This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

HW 27PI K

Digitized by Google

~~War 27.20~~
KE 7.91

HARVARD COLLEGE LIBRARY

BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787-1855)
OF BOSTON

FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

REVUE

D'ARTILLERIE

Digitized by Google

Digitized by Google

REVUE

D'ARTILLERIE

Paraissant le 15 de chaque mois

SIXIÈME ANNÉE

—

TOME XII

(Avril — Septembre 1878)

BERGER-LEVRAULT ET Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS
RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY
RUE JEAN-LAMOUR, 11

1878

Digitized by Google

~~War 27.20~~
K8791

HARVARD COLLEGE
MAR 7 1922
LIBRARY
DEGRAND FUND

Digitized by Google

NOTE

SUR LA

CONVERSION DES POIDS ET MESURES.

Les lecteurs de la *Revue d'artillerie* sont souvent arrêtés, lorsqu'ils consultent des ouvrages techniques étrangers, par des calculs à faire sur des mesures différentes des nôtres concernant, principalement, les longueurs, les mesures de surface et les poids.

Il est vrai que, si ces calculs se présentent dans les traductions publiées par la *Revue*, les auteurs évitent, autant que possible, au lecteur, l'embarras de ces conversions, et donnent les valeurs métriques correspondantes.

Mais, au moment où va s'ouvrir l'Exposition de 1878, il sera très-souvent question de mesures étrangères. C'est pourquoi, il nous a paru utile de donner, en tête du tome XII de la *Revue*, des tableaux numériques et graphiques qui permettent de passer, aussi rapidement que possible, des valeurs étrangères aux valeurs métriques et réciproquement.

Ces tables ne sont préparées que pour l'Angleterre, l'Autriche, la Prusse et la Russie, où le système décimal métrique n'est pas encore complétement en usage.

Tableaux numériques. — Ils comprennent (1) : 1° les mesures de longueur; 2° les mesures de surface; 3° les poids.

(1) D'après les *Rapports et Procès-Verbaux* du Comité international des poids et mesures et des monnaies et les Métrologies étrangères officielles. — Voir aussi *Revue d'artillerie*, t. I, p. 9, 169, 257 et 425.

Digitized by Google

Ce sont les mesures les plus usuelles en artillerie. Outre la nomenclature de l'unité, de ses multiples et de ses sous-multiples, on a calculé les valeurs des produits de chacune de ces unités par les neuf premiers nombres, et, quelquefois, les 12, 16, 32 premiers multiples des subdivisions, lorsque l'une de ces subdivisions est le 12e, le 16e, le 32e de la mesure immédiatement supérieure.

Tableaux graphiques. — On n'en a tracé que deux, l'un pour les longueurs, l'autre pour les poids.

Celui des MESURES DE LONGUEUR (pl. I), comprend trois séries :

La *première,* de 0 mètre à $0^m,50$, convient aux calculs de conversion sur les calibres;

La *seconde,* de 0 mètre à 5 mètres, est spéciale aux éléments linéaires des bouches à feu et de leurs affûts;

La *troisième,* de 0 mètre à 5000 mètres, est relative au tir (portées, distances d'éclatement, etc.)

Le tableau des POIDS (pl. II) comprend aussi trois séries :

La *première,* de 0 gramme à 500 grammes, pour les pesées délicates (petites charges, etc.);

La *seconde,* de 0 gramme à 5 kilogrammes, pour les fortes charges et un certain nombre de projectiles;

La *troisième,* de 0 gramme à 5000 kilogrammes ou 5 tonnes, pour les poids des gros projectiles, des pièces et des voitures.

ANGLETERRE.

Mesures de longueur.

Line (ligne) = $\frac{1}{12}$ pouce . . . . . = $0^m,0021166284$.
Inch (pouce) = $\frac{1}{36}$ yard . . . . . = $0^m,025399541$.
Foot (pied) = $\frac{1}{3}$ yard. . . . . = $0^m,30479449$.
Pace (pas d'itinéraire) = $2\frac{1}{2}$ pieds = $0^m,76198622$.
Yard (unité de longueur). . . . . = $0^m,91438347$.
Mile (mille) = 1 760 yards. . = $1\,609^m,3149$.

Digitized by Google

LIGNES EN MILLIMÈTRES.				POUCES EN MILLIMÈTRES.			
1	2,117	7	14,816	1	25,400	7	177,797
2	4,223	8	16,933	2	50,799	8	203,196
3	6,350	9	19,050	3	76,199	9	228,596
4	8,467	10	21,166	4	101,598	10	253,995
5	10,583	11	23,283	5	126,998	11	279,395
6	12,700	12	25,400	6	152,397	12	304,794

PIEDS EN MÈTRES.		PAS EN MÈTRES.		YARDS EN MÈTRES.		MILLES EN KILOM.	
1	0,305	1	0,762	1	0,914	1	1,609
2	0,610	2	1,524	2	1,829	2	3,219
3	0,914	3	2,286	3	2,743	3	4,828
4	1,219	4	3,048	4	3,658	4	6,437
5	1,524	5	3,810	5	4,572	5	8,047
6	1,829	6	4,572	6	5,486	6	9,656
7	2,134	7	5,334	7	6,401	7	11,265
8	2,438	8	6,096	8	7,315	8	12,874
9	2,743	9	6,858	9	8,229	9	14,484
10	3,048	10	7,620	10	9,144	10	16,093

Mesures de surface.

Pouce carré $= \frac{1}{144}$ pied carré $= 0^{mq},0006451367.$
Pied carré . . . . . $= 0^{mq},8928996811.$

POUCES CARRÉS EN CENTIMÈTRES CARRÉS.				PIEDS CARRÉS EN DÉCIMÈTRES CARRÉS.			
1	6,4514	6	38,7082	1	9,2900	6	55,7398
2	12,9027	7	45,1596	2	18,5799	7	65,0297
3	19,3541	8	51,6110	3	27,8699	8	74,3197
4	25,8055	9	58,0623	4	37,1598	9	83,6096
5	32,2569	10	64,5137	5	46,4498	10	92,8997

Mesures de poids.

Dram (drachme) $= \frac{1}{256}$ pound $= 1^{gr},771846.$
Ounce (once) $= \frac{1}{16}$ pound. . . $= 28^{gr},349540784.$
Pound (livre) = (unité). . . . $= 453^{gr},59265255.$

Digitized by Google

Hundredweight (cwt) (quintal) = 112 pounds = 50^{kg}, 8023770856.

Ton (tonne) = 20 cwt = 2 240 pounds = $1\,016^{kil}$,047541712.

DRACHMES EN GRAMMES.				ONCES EN GRAMMES.			
1	1,772	9	15,947	1	28,349	9	255,145
2	3,544	10	17,718	2	56,699	10	283,495
3	5,316	11	19,490	3	85,048	11	311,844
4	7,087	12	21,262	4	113,398	12	340,194
5	8,859	13	23,034	5	141,747	13	368,543
6	10,631	14	24,806	6	170,097	14	396,893
7	12,403	15	26,578	7	198,446	15	425,242
8	14,175	16	28,349	8	226,796	16	453,593

LIVRES EN KILOGRAMMES.		QUINTAUX (CWT) EN KIL.		TONNES EN KILOGRAMMES.	
1	0,453593	1	50,8024	1	1016,048
2	0,907186	2	101,6048	2	2032,096
3	1,360778	3	152,4072	3	3048,143
4	1,814371	4	203,2096	4	4064,191
5	2,267963	5	254,0119	5	5080,238
6	2,721556	6	304,8143	6	6096,286
7	3,175149	7	355,6167	7	7112,333
8	3,628741	8	406,4191	8	8128,381
9	4,082334	9	457,2215	9	9144,428
10	4,535927	10	508,0238	10	10160,475

AUTRICHE.

Mesures de longueur.

Linie (ligne) = $\frac{1}{144}$ pied = 0^{m},002195005.

Zoll (pouce) = $\frac{1}{12}$ pied. = 0^{m},02634006.

Fuss (pied) unité . . . . = 0^{m},3160807167.

Pas = 2,4 pieds. . . . . = 0^{m},75859372.

Klafter (toise) = 6 pieds = 1^{m},8964843.

Meile (mille) = 10000 pas = 24000 pieds = $7\,585^{m}$,9372.

Digitized by Google

LIGNES EN MILLIMÈTRES.				POUCES EN MILLIMÈTRES.			
1	2,195	7	15,365	1	26,34	7	184,38
2	4,390	8	17,560	2	52,68	8	210,72
3	6,585	9	19,755	3	79,02	9	237,06
4	8,780	10	21,950	4	105,36	10	263,40
5	10,975	11	24,145	5	131,70	11	289,74
6	13,170	12	26,340	6	158,04	12	316,08

PIEDS EN MÈTRES.		PAS EN MÈTRES.		TOISES EN MÈTRES.		MILLES EN KILOM.	
1	0,316	1	0,759	1	1,896	1	7,586
2	0,632	2	1,517	2	3,793	2	15,172
3	0,948	3	2,276	3	5,689	3	22,758
4	1,264	4	3,034	4	7,586	4	30,344
5	1,580	5	3,793	5	9,482	5	37,930
6	1,896	6	4,552	6	11,379	6	45,516
7	2,213	7	5,310	7	13,275	7	53,102
8	2,529	8	6,069	8	15,172	8	60,688
9	2,845	9	6,827	9	17,068	9	68,273
10	3,161	10	7,586	10	18,965	10	75,859

Mesures de surface.

Pouce carré $= \frac{1}{144}$ pied carré $= 0^{mq},0006938$.
Pied carré . . . . . $= 0^{mq},09990702$.

POUCES CARRÉS EN CENTIM. CARRÉS.				PIEDS CARRÉS EN DÉCIMÈTRES CARRÉS.			
1	6,938	6	41,628	1	9,9907	6	59,9442
2	13,876	7	48,566	2	19,9814	7	69,9349
3	20,814	8	55,504	3	29,9721	8	79,9256
4	27,752	9	62,442	4	39,9628	9	89,9163
5	34,690	10	69,380	5	49,9535	10	99,9070

Mesures de poids.

Sechzehntel $= \frac{1}{512}$ livre . . . $= 1^{gr},0937735$.
Quentchen (gros) $= \frac{1}{128}$ livre $= 4^{gr},375094$.
Loth $= \frac{1}{32}$ livre . . . . . $= 17^{gr},500375$.
Pfund (livre) unité. . . . . $= 560^{gr},012$.
Centner (quintal) $= 100$ livres $= 56^{k},0012$.

Digitized by Google

LOTHS EN GRAMMES.							
1	17,500	9	157,504	17	297,507	25	437,510
2	35,001	10	175,004	18	315,007	26	455,010
3	52,501	11	192,504	19	332,508	27	472,511
4	70,002	12	210,005	20	350,008	28	490,011
5	87,502	13	227,505	21	367,508	29	507,511
6	105,002	14	245,006	22	385,009	30	525,012
7	122,503	15	262,506	23	402,509	31	542,512
8	140,003	16	280,006	24	420,010	32	560,012

LIVRES EN KILOGRAMMES.				CENTNERS EN KILOGRAMMES.			
1	0,56	6	3,36	1	56,0012	6	336,0072
2	1,12	7	3,92	2	112,0024	7	392,0084
3	1,68	8	4,48	3	168,0036	8	448,0096
4	2,24	9	5,04	4	224,0048	9	504,0108
5	2,28	10	5,60	5	280,0060	10	560,0120

PRUSSE ET ALLEMAGNE DU NORD (1)

Mesures de longueur. . . . . . .

Linie (ligne) = $\frac{1}{144}$ pied. . = 0^m,002179538.
Zoll (pouce) = $\frac{1}{12}$ pied . . = 0^m,0261544580166.
Fuss (pied) Unité . . . . . = 0^m,313853497.
Pas = 2,4 pieds. . . . . = 0^m,7532483928.
Faden (brasse) = 6 pieds. = 1^m,883120982.
Ruthe (perche) = 12 pieds = 3^m,766241964.
Meile (mille) = 2000 perches = 10000 pas = 7532^m,483928.
Nouveau mille = 10000 pas de 0^m,75 = 7500 mètres.

(1) Le système métrique est officiel, en Prusse, depuis le 1er janvier 1872, mais beaucoup d'ouvrages allemands emploient encore les anciennes mesures que nous donnons ici.

Digitized by Google

LIGNES EN MILLIMÈTRES.				POUCES EN MILLIMÈTRES.			
1	2,179	7	15,257	1	26,154	7	183,081
2	4,359	8	17,436	2	52,309	8	209,236
3	6,539	9	19,616	3	78,463	9	235,390
4	8,718	10	21,795	4	104,618	10	261,545
5	10,898	11	23,975	5	130,772	11	287,699
6	13,077	12	26,154	6	156,927	12	313,853

PIEDS EN MÈTRES.		PAS EN MÈTRES.		PERCHES EN MÈTR.		MILLES EN KILOM.	
1	0,3138	1	0,7532	1	3,766	1	7,532
2	0,6277	2	1,5065	2	7,532	2	15,065
3	0,9415	3	2,2597	3	11,299	3	22,597
4	1,2554	4	3,0130	4	15,065	4	30,130
5	1,5693	5	3,7662	5	18,831	5	37,662
6	1,8831	6	4,5195	6	22,597	6	45,195
7	2,1970	7	5,2727	7	26,364	7	52,727
8	2,5108	8	6,0260	8	30,130	8	60,260
9	2,8247	9	6,7792	9	33,896	9	67,792
10	3,1385	10	7,5325	10	37,662	10	75,325

Mesures de surface.

Pouce carré = $\frac{1}{144}$ pied carré = $0^{mq},0006840328$.
Pied carré . . . . . = $0^{mq},098500724$.

POUCES CARRÉS EN CENTIM. CARRÉS.				PIEDS CARRÉS EN DÉCIMÈTRES CARRÉS.			
1	6,8403	6	41,0420	1	9,8501	6	59,1004
2	13,6807	7	47,8823	2	19,7001	7	68,9505
3	20,5210	8	54,7226	3	29,5502	8	78,8006
4	27,3613	9	61,5630	4	39,4003	9	88,6506
5	34,2016	10	68,4033	5	49,2504	10	98,5007

Mesures de poids.

Quentchen = 10 zents = $\frac{1}{10}$ loth = $1^{gr},6667$.
Loth = $\frac{1}{30}$ livre . . . . . = $16^{gr},6667$.
Pfund (livre) Unité . . . . . = 500 grammes.
Centner (quintal) = 100 livres = 50 kilogr.

Digitized by Google

Tonne = 3 centner. . . = 150 kilogrammes.
Schiffslast = 40 centner = 2 000 kilogrammes.

LOTHS EN GRAMMES.									
1	16,667	7	116,667	13	216,667	19	316,667	25	416,667
2	33,334	8	133,334	14	233,334	20	333,334	26	433,334
3	50	9	150	15	250	21	350	27	450
4	66,667	10	166,667	16	266,667	22	366,667	28	466,667
5	83,334	11	183,334	17	283,334	23	383,334	29	483,334
6	100	12	200	18	300	24	400	30	500

RUSSIE.

Mesures de longueur.

Linia (ligne) = $\frac{1}{840}$ sagène . . = $0^m,0025399541$.
Duime (pouce) = $\frac{1}{84}$ sagène . . = $0^m,025399541$.
Foute (pied) = $\frac{1}{7}$ sagène. . . . = $0^m,30479449$.
Sagène (unité). . . . . = $2^m,13356143$.
Viersta (verste) = 500 sagènes = $1066^m,780715$.

SAGÈNES EN MÈTRES.				VERSTES EN KILOMÈTRES.			
1	2,1336	6	12,8014	1	1,0668	6	6,4007
2	4,2671	7	14,9349	2	2,1336	7	7,4675
3	6,4007	8	17,0685	3	3,2003	8	8,5342
4	8,5342	9	19,2021	4	4,2671	9	9,6010
5	10,6678	10	21,3356	5	5,3339	10	10,6678

Le *pied* et le *pouce* ont la même valeur que le pied et le pouce anglais: on se reportera, pour leurs multiples, au tableau des longueurs anglaises (page 3) — La ligne russe est le $\frac{1}{10}$ du pouce russe ; elle est quelquefois aussi, comme en Angleterre, le $\frac{1}{12}$ du pouce.

Mesures de surface. Voir les valeurs du pouce carré et du pied carré (mesures anglaises) page 3.

Sagène carré = $4^{mq},5520843756$.

Digitized by Google

SAGÈNES CARRÉS EN MÈTRES CARRÉS.					
1	4.552084	4	18,203336	7	31,864588
2	9,104168	5	22,760420	8	36,416672
3	13,656252	6	27,312504	9	40,968756

Mesures de poids.

Doli = $\frac{1}{96}$ zolotnick . . . . . = 0^{gr},044434848.
Zolotnick = $\frac{1}{96}$ livre = $\frac{1}{3}$ loth = 4^{gr},2657454.
Loth = $\frac{1}{32}$ livre. . . . . = 12^{gr},7972363.
Founte (livre) Unité . . . . . = 0^{k},409511563.
Poude = 40 livres. . . . . = 16^{k},3804625.
Berkovetz = 10 poudes . . . = 163^{k},804625.

LOTHS EN GRAMMES.							
1	12,797	9	115,175	17	217,552	25	319,930
2	25,594	10	127,972	18	230,349	26	332,727
3	38,392	11	140,769	19	243,147	27	345,524
4	51,189	12	153,566	20	255,944	28	358,322
5	63,986	13	166,364	21	268,741	29	371,119
6	76,783	14	179,161	22	281,538	30	383,917
7	89,580	15	191,958	23	294,336	31	396,714
8	102,378	16	204,755	24	307,133	32	409,512

LIVRES EN KILOGRAMMES.				POUDES EN KILOGRAMMES.			
1	0,4095	6	2,4570	1	16,380	6	98,282
2	0,8190	7	2,8665	2	32,760	7	114,663
3	1,2285	8	3.2761	3	49,141	8	131,043
4	1,6380	9	3,6856	4	65,522	9	147,424
5	2,0475	10	4,0951	5	81,902	10	163,804

EMPLOI DES TABLEAUX NUMÉRIQUES ET GRAPHIQUES.

Toutes les opérations se trouvent réduites à de simples additions ou à quelques soustractions.

§ 1. Quand on voudra connaître la valeur métrique d'une mesure étrangère comprise dans les limites du cadre des

Digitized by Google

tableaux graphiques, une simple lecture suffira, car l'échelle graphique donne l'approximation du millième au moins; si, au contraire, la valeur à convertir dépasse les limites de l'échelle graphique, on devra fractionner le nombre en deux, prendre la valeur de la partie la plus forte dans la table numérique, lire la valeur de la partie complémentaire sur l'échelle graphique et ajouter ces deux nombres.

Exemple : Convertir 2 pieds 11 pouces 7 lignes (mesures anglaises) en valeur métrique décimale;

Lisez (table numérique, page 3) 2 pieds $= 0^{m},610$

Lisez (pl. I, ligne supérieure) 11 pouces 7 lignes $= 0^{m},294$

Total $= 0^{m},904$

§ 2. On pourra passer facilement d'une mesure étrangère à l'autre mesure étrangère correspondante, par l'intermédiaire du système métrique.

Exemple : Convertir 17 pouces 9 lignes (mesures anglaises) en mesures autrichiennes;

Lisez (pl. I, Angleterre) 17 pouces 9 lignes $= 0^{m},451$;

Lisez (pl. I, Autriche) $0^{m},451 =$ 17 pouces 1 1/2 ligne.

§ 3. Enfin, les opérations arithmétiques à effectuer sur les mesures étrangères sont aussi simplifiées; il faudra :

1° Lire la valeur métrique de la mesure étrangère;

2° Faire l'opération arithmétique sur cette valeur métrique, et l'on obtiendra ainsi un nombre *simple,* résultat de l'opération;

3° Lire la valeur étrangère (résultat définitif) correspondant à cette valeur métrique.

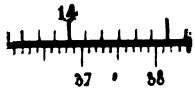
Exemple : Prendre le cinquième de 8 livres 17 3/4 loths (poids autrichiens) :

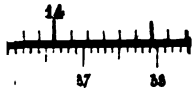
1° Lisez (pl. II, Autriche) 8 livres 17 3/4 loths $= 4^{kg},791$.

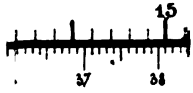
2° $4^{kg},791$ divisé par 5 $= 0^{kg},958$.

3° Lisez (pl. II, Autriche) $0^{kg},958 =$ 1 livre 22 3/4 loths.

Digitized by Google

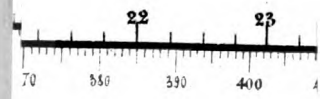






Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

DU

TIR DES BATTERIES DE COTE

CONTRE LES VAISSEAUX.

I. — INTRODUCTION.

La supériorité que l'artillerie de côte avait autrefois sur les vaisseaux assaillants est devenue de plus en plus contestable depuis l'adoption des bâtiments blindés.

Tant que la muraille des navires était traversée par le projectile, l'avantage restait aux batteries de côte, à égalité de moyens d'action, en présence même d'une artillerie plus nombreuse à bord des bâtiments.

Chaque projectile qui touchait un navire était efficace, quel que fût le point atteint; le tir des boulets rouges produisait des effets que rien n'a pu remplacer encore.

Ceux que produisait le tir de l'artillerie flottante étaient, au contraire, assez insignifiants, et la lutte ressemblait à celle d'un homme protégé par une armure contre un homme dépourvu d'armes défensives.

Tant que l'on ne sut pas tirer, c'est-à-dire assigner au point moyen une position déterminée, le tir roulant a été l'*ultima ratio* des artilleurs ; et précisément l'emploi de ce genre de tir était infiniment plus favorable aux batteries de côte qu'à l'artillerie flottante, en raison de la petite hauteur des buts assignés à cette dernière.

L'emploi de la vapeur comme force motrice des bâtiments n'apporta aucun changement à l'efficacité de leur tir. Néanmoins, les chances d'atteindre diminuèrent, parce que les mouvements des bâtiments étaient devenus plus rapides et ne dépendaient plus de la direction des vents et

Digitized by Google

de celle des courants. Mais si les vaisseaux voulaient faire valoir la supériorité numérique de leur artillerie, ils étaient obligés, comme jadis, de présenter leurs flancs aux batteries de côte et d'offrir ainsi un but d'une telle largeur que les écarts en direction n'avaient pas d'importance et que les écarts en hauteur préoccupaient peu, en raison de l'emploi du tir roulant.

L'adoption générale de lourds projectiles creux, en particulier celle de projectiles oblongs, munis de fusées percutantes, força les bâtiments à se protéger par des blindages.

Contre un cuirassé à marche rapide, le tir perdit à la fois de sa précision et de son efficacité. Cette diminution dans les effets du tir contre de semblables bâtiments fut si marquée, qu'on alla jusqu'à prétendre que l'artillerie seule n'était plus capable de fermer une passe même à un bâtiment non blindé. Divers incidents de la guerre de sécession servirent d'arguments en faveur de cette thèse. Les pièces de côte sont ainsi tombées au rôle de pièces de flanquement des passes.

Cette opinion est-elle fondée sur une juste appréciation des conditions actuelles? On est bien forcé de convenir que, dans la lutte entre l'artillerie et le blindage, la première n'a jamais eu le dessous; au contraire, elle a toujours tenu tête aux bâtiments blindés et même souvent elle est sortie victorieuse du combat. Pour qu'il y ait égalité, et même supériorité dans la lutte, il n'est pas nécessaire que chaque coup bon perce la muraille du navire. L'effet, qu'un projectile isolé ne saurait produire, sera assuré par un grand nombre de coups heureux; et il n'y a pas un bâtiment qui soit capable de résister à plusieurs bonnes salves d'une batterie de 8 pièces de canons frettés de 21^{c} longs.

Cela nous amène à la deuxième partie de la question: Les chances d'atteindre ont-elles diminué?

La réponse à cette question ne peut être qu'affirmative,

Digitized by Google

et telle est la seule cause de la diminution d'efficacité de l'artillerie de côte.

On ne sait pas encore utiliser toute la précision des pièces contre des buts mobiles, comme on a appris à le faire contre des buts fixes, grâce aux exercices de tir.

On peut se demander d'une façon générale s'il est possible de tirer entièrement parti de la précision des pièces contre des buts mobiles, dans le combat en particulier. Citons un exemple pour faire voir ce dont nos canons sont capables.

Le bâtiment anglais à tourelles *la Dévastation* cherche à pénétrer, avec une vitesse de 10 nœuds, dans l'embouchure d'un fleuve défendue par une batterie de 8 pièces de canons frettés de 21^{c} longs. Aucun obstacle n'a été disposé pour s'opposer à sa marche. La batterie est établie à 600 mètres de la passe. Supposons que le bâtiment soit exposé aux salves de l'artillerie à 3000 mètres avant d'arriver à sa hauteur, et que le feu soit poursuivi jusqu'à ce que le bâtiment l'ait dépassée de 3 000 mètres. Le bâtiment a 5^{m},60 de hauteur, depuis la ligne de flottaison jusqu'au sommet de la tourelle; le diamètre de cette dernière est de 10 mètres. L'objectif est d'amener le point moyen à la rencontre des diagonales.

Supposons que le bâtiment reçoive la première salve à 3000 mètres de distance. D'après les tables de tir, il sera atteint par 64 p. 100 des coups tirés.

Admettons qu'il se passe 2 minutes et demie jusqu'au tir de la 2e salve; c'est là un maximum de temps : dans les exercices à feu du temps de paix, ce temps varie entre 1 minute et quart et 1 minute et demie. Pendant ce temps, le bâtiment avec sa vitesse de 10 nœuds, parcourt une distance de 750 mètres. Il ne marche pas, il est vrai, dans la direction de la ligne de tir; sa distance diminue donc de moins de 750 mètres. Admettons néanmoins ce chiffre. La 2e salve sera lancée à 2250 mètres et 94 p. 100 des coups atteindront le but. La 3e salve, à 1 500 mètres, don-

Digitized by Google

nera 100 p. 100 de coups bons; la 4e, à 750 mètres, 100 p. 100; la 5e, à 1 200 mètres, 100 p. 100; la 6e, à 1 950 mètres, 97 p. 100; enfin la 7e, à 2 700 mètres, 79 p. 100.

56 projectiles seront ainsi lancés contre le bâtiment, qui en recevra 50, dont 5 salves presque complètes de 8 coups.

Il n'est pas un bâtiment qui puisse résister à un pareil nombre d'atteintes sur une surface de 56 mètres carrés.

Nous avons admis que la batterie peut ouvrir son feu à 3 000 mètres de distance. Nos autres hypothèses lui sont toutes défavorables : il est peu admissible, par exemple, qu'un bâtiment pénètre avec une vitesse de 10 nœuds dans une passe inconnue et dangereuse. Les chiffres ci-dessus auraient donc pu être forcés théoriquement; mais ils sont bien assez élevés, et dans la pratique on est loin de les atteindre.

Ces considérations nous donnent la preuve qu'aucun bâtiment ne serait capable de passer auprès de nos batteries, si nous savions tirer tout le parti possible de nos bouches à feu.

Que cet idéal soit atteint ou non, il est toujours bon de se faire une idée de ce qui peut être considéré comme la perfection. Nous trouverons là un terme de comparaison et d'estimation pour les résultats obtenus dans la pratique.

Les hypothèses précédentes se rapportent au tir des batteries en terre découvertes, qui sont les plus nombreuses; ce tir, d'ailleurs, servira de type à celui des batteries blindées.

II. — EFFETS A PRODUIRE.

Les vaisseaux de guerre ne s'approchent pas, en général, des côtes fortifiées, dans le but de combattre. Ils ont ordinairement d'autres objectifs, qui sont, soit la destruction d'un port, de munitions de guerre, d'approvision-

Digitized by Google

nements de toute espèce; soit des contributions à lever dans les villes du littoral; soit, enfin, la préparation d'un débarquement.

Ces bâtiments ne pourront pas, d'habitude, accomplir leur mission sans détruire l'artillerie qui arme les côtes; mais il faut bien se pénétrer de ce principe, que le combat contre cette artillerie n'est pas le but de l'expédition, mais presque toujours seulement un moyen d'atteindre ce but.

Généralement, les vaisseaux ne sont pas en situation de donner suite à leur projet au lieu même où ils ont combattu avec succès.

Ils sont obligés, d'abord, de se remettre en marche; parfois, mais rarement, de recommencer une lutte d'artillerie, soit pour combattre les pièces qui flanquent immédiatement l'entrée du port, soit pour bombarder la ville et particulièrement les établissements militaires. Si nous paralysons les moyens d'action d'un vaisseau, nous le mettons dans l'impossibilité de remplir sa mission, indépendamment du danger qui menace son existence.

Nous atteignons le même but si nous réussissons à réduire son artillerie à l'impuissance. Car, pour arriver à ses fins, il a un besoin absolu de son artillerie, ne fût-ce que comme effet moral. Dans leurs entreprises contre les côtes, les vaisseaux, sauf dans le cas d'une lutte contre la flotte de secours, ne doivent être considérés que comme des batteries mobiles.

Cela posé, examinons quelles sont les parties des bâtiments sur lesquelles nous devons diriger notre tir.

1. *La ligne de flottaison.* — Excepté dans quelques bâtiments anciens (du type du bâtiment anglais le *Warrior*) et dans les vaisseaux de guerre les plus récents (l'*Inflexible*, le *Duilio*), toute la ligne de flottaison est protégée par une ceinture de blindage continue, s'étendant sur une hauteur de $1^{m},50$ à 2 mètres, tant au-dessus qu'au-dessous de cette ligne. Ce blindage atteint sa plus grande épaisseur, qui varie entre 10 et 30 centimètres, au milieu de la longueur

Digitized by Google

du bâtiment; cette épaisseur diminue graduellement jusque vers les extrémités, où elle est réduite à la moitié ou même au tiers de sa valeur, parce qu'on admet que les projectiles percent plus difficilement les murailles courbes qu'ils frappent obliquement.

Des atteintes dans cette ceinture compromettent la flottabilité du bâtiment.

Le roulis a pour effet, d'une part, d'exposer de temps en temps aux projectiles la portion du blindage qui est d'habitude au-dessous de la ligne de flottaison; d'autre part, de faire pénétrer de l'eau par les trous des projectiles faits au-dessus de cette ligne.

Il faut, toutefois, ne pas perdre de vue que les bâtiments blindés sont partagés en plusieurs chambres ou compartiments, au moyen de cloisons étanches et, en outre, que les vaisseaux les plus récemment construits sont protégés par deux murailles blindées séparées l'une de l'autre par un espace de 1 mètre à $1^{m},50$. Ces dispositions, naturellement, n'ont été appliquées qu'à des bâtiments en fer. Aussi quelques projectiles, qui viennent frapper à hauteur de la ligne de flottaison, ne compromettent-ils pas, en général, l'existence du bâtiment; mais qu'un ou plusieurs compartiments, vers l'avant, viennent à être remplis, la conduite du bâtiment se trouve entravée, circonstance d'une haute gravité dans les passes étroites et sinueuses des embouchures de fleuves.

Au-dessus du blindage, qui règne le long de la ligne de flottaison, se trouve le pont, également blindé. Dans les derniers bâtiments construits, on a abaissé ce pont au-dessous de la ligne de flottaison, par exemple dans le vaisseau anglais l'*Inflexible,* dans les vaisseaux italiens le *Duilio,* le *Dandolo.* Ces bâtiments rentrent dans la catégorie des bâtiments à tourelles cuirassés; la ligne de flottaison n'est pas blindée, mais des plaques de blindage revêtent le pont, situé au-dessous du niveau de l'eau. L'épaisseur de la cuirasse est de 56 centimètres, celle du blindage du pont, de 8 centimètres.

Digitized by Google

Si donc une large voie d'eau est pratiquée à hauteur de la ligne de flottaison, l'espace au-dessus du pont se remplit seul; et le bâtiment s'enfonce simplement d'une certaine quantité calculée à l'avance (de 66c dans l'*Inflexible*).

En ce qui concerne le tir contre la ligne de flottaison, il est regrettable que nos projectiles, aux distances habituelles, ne pénètrent pas dans l'eau, mais ricochent à sa surface.

Les coups courts de quelques mètres seraient les plus efficaces, s'ils pouvaient atteindre leur but sous l'eau.

Les projectiles Whitworth à tête plate paraissent jouir de propriétés très-remarquables dans cette circonstance. En 1868, un projectile d'une livre, sous un angle de chute de 7°7′, perça une plaque de fer placée normalement à la ligne de tir, en traversant une épaisseur d'environ 2 mètres d'eau. Tirés dans des conditions identiques, des projectiles à tête hémisphérique se relevèrent jusqu'auprès du niveau de l'eau. Des projectiles à tête conique ressortant de l'eau atteignirent la plaque à 24 centimètres au-dessus. En 1857, des projectiles Whitworth de 12 kilogrammes percèrent une cible en chêne à une profondeur de 2m,70, après avoir parcouru sous l'eau une distance de 9 mètres; en 1858, on obtint le même résultat, après un parcours de plus de 7 mètres sous l'eau. Enfin un projectile Whitworth perça la même cible sous un angle d'incidence de 25°: expérience importante au point de vue du tir contre les extrémités des bâtiments.

Ces expériences prouvent que l'on peut combattre les vaisseaux blindés par d'autres moyens que ceux employés presque généralement jusqu'à ce jour.

La zone dans laquelle les projectiles peuvent compromettre la flottabilité du navire est de peu de hauteur; elle ne s'élève guère à plus d'un mètre au-dessus de l'eau. Dans le tir exécuté en prenant la ligne de flottaison pour objectif, la moitié des coups devraient être courts, c'est-à-dire que la moitié des coups seraient à peu près perdus.

Digitized by Google

Quant aux autres coups bons, dans le cas le plus favorable, leur centre de groupement se trouverait tout près de la ligne de flottaison; une portion de ces derniers coups atteindrait les pièces d'artillerie et les objets placés sur le pont, en admettant naturellement que le pointage en direction fût bon.

2. *L'artillerie.* — La disposition de l'artillerie à bord est différente suivant le type du bâtiment.

La hauteur des bouches à feu au-dessus de l'eau varie entre 2 et 7 mètres. Les bâtiments de combat destinés à naviguer en pleine mer, doivent avoir leur artillerie assez haut pour pouvoir entrer en lutte sans que, par une mer agitée, l'eau pénètre par les sabords. Les vaisseaux qui sont destinés à la guerre de côtes ont leur artillerie beaucoup plus bas, car ils peuvent attendre que le temps soit favorable, dans le but surtout d'assurer une plus grande précision à leur tir.

Aussi les bâtiments de ce genre sont-ils sensiblement plus bas et offrent-ils ainsi, aux coups de la défense, un but plus restreint, avantage qui compense amplement le défaut d'étendue de leurs vues.

Dans le sens horizontal, l'artillerie, ou bien est développée sur toute la longueur des flancs (bâtiments à batteries continues), ou bien, est groupée sur une moindre largeur vers le milieu et comporte alors un moins grand nombre de pièces (bâtiments à casemates, bâtiments à tourelles). Une cuirasse de forme allongée protége les tourelles ainsi que la cheminée de la machine et les ouvertures destinées à l'éclairage et à la ventilation.

Dans les deux premières classes de bâtiments (bâtiments sans tourelles), le blindage des batteries a une épaisseur maximum égale à celle de la ceinture. Dans les bâtiments à tourelles, cuirassés ou non, on donne, aux tourelles, une épaisseur égale à celle de la muraille à hauteur de la ligne de flottaison, et même, quelquefois, une épaisseur plus grande, surtout autour des sabords.

Digitized by Google

Dans les deux premiers types; l'artillerie occupe généralement le milieu de la hauteur du blindage exposée aux coups ennemis. Dans les deux derniers types, au contraire, elle est disposée vers le bord supérieur des tourelles; et, près de la moitié des projectiles tirés contre elle passeraient par-dessus les tourelles si l'on cherchait à grouper les coups à hauteur des sabords. Or, les chances d'atteindre un sabord sont bien faibles; peu de coups, du reste, atteindraient la ligne de flottaison, et, comme nous l'avons dit plus haut, quelques coups heureux dans la ceinture ne compromettent nullement l'existence des bâtiments les plus récemment construits.

3. *La cheminée.* — De grandes avaries à la cheminée ont pour effet de produire généralement, par un amoindrissement de tirage, une diminution correspondante de la tension de la vapeur et, par suite, un ralentissement dans la vitesse du bâtiment.

Quelques trous isolés sont sans grande importance. On y remédie facilement en les bouchant au moyen de plaques de tôle et, au besoin, au moyen de linges mouillés.

Lors même que la cheminée est complétement abattue au ras du pont, il reste toujours assez de vapeur dans les chaudières pour qu'on ait la possibilité de se retirer du combat. Du reste, des dispositions particulières permettent de lancer des jets de vapeur dans la cheminée et de rétablir ainsi le tirage, exactement comme dans les locomotives.

Le hasard seul peut faire atteindre la cheminée, en raison de son peu de largeur. On ne doit donc pas la prendre pour but.

4. *Les apparaux de conduite du bâtiment.* — Les avaries faites à ces apparaux paralysent les facultés d'évolution d'un bâtiment. Elles peuvent être désastreuses dans les passes des embouchures de fleuves.

Il est vrai que le gouvernail est sous l'eau; mais, au-dessus de l'eau, sur le pont même et dans le voisinage du banc de quart, se trouvent la barre et ses transmissions

Digitized by Google

avec le gouvernail. Il n'y a, pour ces organes, que des coups accidentels à craindre. Outre ces apparaux d'un usage ordinaire, tous les bâtiments blindés sont armés encore de *gouvernails de combat* disposés sous le pont blindé, et qui ne peuvent être atteints que par les projectiles qui viennent à percer le pont.

En cas d'avaries au gouvernail de combat, la plupart des bâtiments ont des moufles spéciaux pour manœuvrer le gouvernail.

Les bâtiments armés d'hélices jumelées peuvent, au besoin, se tirer d'affaire sans gouvernail et se retirer de la lutte, sinon dans un combat en pleine mer, du moins dans une attaque dirigée contre les batteries de côte.

5. *Les agrès.* — Les anciens bâtiments à voiles étaient généralement dans une situation critique quand ils perdaient leurs agrès. Les bâtiments à vapeur munis d'agrès courent eux-mêmes de grands dangers lorsque des portions de ces agrès, coupées par le tir, viennent à fausser l'hélice. (Voir le combat livré en 1870 entre le *Météore* et le *Bouvet.*)

Dans les vaisseaux blindés, les voiles servent à soulager la machine et à diminuer les mouvements du roulis et du tangage.

En général, les bâtiments destinés à la guerre de côtes n'ont plus d'agrès.

Dans tous les cas, on supprimera les agrès des bâtiments construits pour la lutte en pleine mer et ceux des anciens bâtiments de côte, lorsqu'on devra s'en servir pour une attaque contre les places et les forts du littoral ; l'agresseur a toujours le temps nécessaire pour effectuer cette suppression. En 1870, la flotte française laissa à Cherbourg tous ses agrès, jusqu'aux bas-mâts.

Les vaisseaux ne conserveront ainsi que quelques mâts de signaux et l'artillerie de côte ne devra pas s'en occuper.

6. *Le pont.* — Depuis longtemps, on connaît la grande efficacité des projectiles creux qui percent le pont d'un bâtiment.

Digitized by Google

Un seul projectile peut faire sombrer un navire ; s'il pénètre dans une batterie pleine de son personnel, son effet est foudroyant. (Voir, combat de Sinope, l'attaque dirigée par les flottes alliées contre Sébastopol.)

Les projectiles qui n'ont pas éclaté dans la batterie sont néanmoins d'un grand effet ; car sous le pont se trouvent la machine, le gouvernail de combat, et en général les parties les plus délicates du bâtiment et de son mécanisme.

Joignez à cela le puissant effet moral exercé sur l'équipage atteint par des feux verticaux, effet analogue à celui que produit ce genre de tir dans la guerre de siége.

Les ponts des bâtiments blindés sont renforcés, il est vrai, par des plaques de fer, mais ce blindage, qui dépasse rarement 5 centimètres d'épaisseur, est tout à fait insuffisant.

L'artillerie de côte fera donc bien, lorsque la chose sera possible, de diriger des feux verticaux sur les ponts. Elle dispose à cet effet, d'abord de ses canons, puis des gros mortiers, particulièrement du mortier de 21c.

Les projectiles qui sont généralement considérés comme les plus propres au tir vertical sont les obus allongés, parce que les obus en fonte durcie éclatent difficilement en traversant les faibles plaques de blindage dont est revêtu le pont.

Mais un examen plus approfondi modifie cette première appréciation : l'obus allongé éclate après le premier choc et exerce son action dans l'espace situé immédiatement au-dessous du pont. Si cet espace est la batterie, comme dans les grands bâtiments à batteries, le résultat sera excellent, et l'on ne devra pas hésiter à employer les obus allongés. Mais ce type de bâtiments ne s'offre qu'exceptionnellement aux feux des batteries de côte.

L'obus en fonte durcie ne projettera que quelques éclats du blindage dans la région située immédiatement au-dessous du pont et continuera sa route, pénétrant toujours

Digitized by Google

plus avant dans les profondeurs du navire. Il pourra ainsi atteindre, dans son parcours, la machine, les chaudières et même le flanc opposé du bâtiment, au-dessous de la ceinture de blindage; parfois aussi il causera des avaries à l'hélice et au gouvernail. Les bâtiments à tourelles et ceux à casemates sont prémunis contre ces feux d'enfilade, au moyen de traverses revêtues de nombreuses plaques de blindage. Les projectiles qui viennent frapper dans la direction de la quille, ou bien éclatent sur la traverse, ou bien la percent, et leurs éclats exercent leurs ravages précisément dans la partie du navire que cette traverse est destinée à soustraire à leurs effets destructeurs.

Les obus en fonte durcie ont donc une action destructive beaucoup plus étendue dans l'intérieur du navire que les obus allongés. Aussi les canons employés pour tirer sur les ponts des vaisseaux devront généralement être approvisionnés d'obus en fonte durcie.

S'il s'agit du mortier de 21ᶜ, la solution de la question est toute différente et toute à l'avantage de l'obus allongé. Avec une faible vitesse restante, les obus en fonte durcie n'éclateraient probablement pas, même en frappant un blindage d'une plus grande résistance, circonstance qui ne se présentera d'ailleurs que très-rarement, à cause de son grand angle de chute. Il semble aussi que le fonctionnement de l'appareil explosif soit ralenti par suite de la faible valeur de la vitesse restante; du moins des rapports français mentionnent que, dans la dernière guerre, les obus allongés de 21ᶜ ont souvent, avant d'éclater, percé plusieurs étages et même de grandes épaisseurs de terre.

7. *L'équipage.* — L'équipage est couvert, dans le combat, par le blindage; il ne peut donc être atteint que par un tir dirigé sur le pont, contre la muraille du bord et contre les sabords.

Au-dessus du pont, sur le banc de quart et sans couvert

Digitized by Google

contre les coups, se trouvent au plus le commandant et quelques hommes nécessaires pour la transmission des ordres au moyen du télégraphe et des appareils de signaux. Il est vrai que, sur beaucoup de bâtiments, particulièrement sur ceux destinés à la guerre de côtes, le commandant est garanti par un blindage.

Le tir contre des buts animés sera effectué avantageusement avec des shrapnels de 15c. On les emploiera lorsqu'on remarquera du monde sur le banc de quart; le commandant est un personnage assez important pour être l'objet d'un tir particulier.

Le reste de l'équipage, protégé par le blindage, peut être atteint également par les shrapnels, dont les balles pénétreront par les sabords et par les ouvertures latérales destinées à l'éclairage et à l'aérage. Ce genre de tir, bien que préconisé par un homme aussi autorisé qu'Armstrong (il recommande de munir les bâtiments de guerre de mitrailleuses Gatling, destinées à combattre les attaques des chaloupes et à lancer une grêle de projectiles dans les sabords ennemis), ne semble pas bien avantageux pour les batteries de côte.

Ce ne pourrait être qu'un tir de circonstance, si l'on ne disposait que de canons de 15c contre de forts blindages; et encore vaudrait-il peut-être mieux, en pareil cas, faire taire complétement ces pièces.

L'auteur croit savoir que dans le tir de shrapnels contre la coupole tournante de Tegel, aucun projectile n'a pénétré par les sabords. Contre des pièces qui tireraient par de plus larges ouvertures, leur efficacité serait, sans doute, plus grande, mais serait difficilement en rapport avec la consommation des munitions, surtout depuis l'emploi des portières d'embrasure.

Le rôle des shrapnels, en conséquence, sera de balayer le pont et de s'opposer, soit à un débarquement, soit à une attaque en chaloupes.

8. *Conclusions.* — Il reste à déduire de l'examen pré-

Digitized by Google

cédent l'emploi judicieux de notre tir. Nous ne devons pas, à cet effet, faire l'hypothèse d'un effet possible produit par un projectile isolé; il faut compter avoir affaire à des vaisseaux dont les blindages ne seront pas percés par un seul coup, soit parce que ces blindages seront trop résistants pour nos projectiles, soit parce que l'ennemi choisira une distance telle que son blindage le protégera contre nos coups.

Mais l'artillerie de côte doit remplir son rôle, quels que soient les moyens d'attaque de son adversaire. Elle le fera d'autant plus facilement que l'expérience lui prouve qu'un blindage, qui peut n'être pas percé par un projectile isolé, est mis en pièces par un certain nombre de coups groupés dans un petit espace. Si l'on se trouve en présence d'un blindage percé par chaque projectile, le groupement rapproché de ces coups aura une action prompte et énergique ; les effets de brisement et de dislocation sur les assemblages de la muraille n'en seront que plus complets.

Une règle générale à suivre consiste à amener le point moyen sur un point décisif, et à choisir parmi les points décisifs ceux qui offrent le moins de résistance.

On a fait voir que, dans une concentration exclusive de tous les coups sur la ligne de flottaison, la moitié de tous les coups, savoir les coups trop courts, sont presque absolument perdus. L'autre moitié comprend les coups qui atteignent directement le but et ceux qui passent pardessus.

Le contraire se présente dans les bâtiments à tourelles, lorsque l'on dirige la ligne de mire à hauteur des sabords ; dans ce cas, la ligne de flottaison recevra, à peu près, le nombre de coups, qui, dans le cas précédent, déviaient à hauteur des sabords. Ces conditions sont absolument désavantageuses; car une grande masse seulement de projectiles sera capable de produire un effet à hauteur de la ligne de flottaison, tandis qu'une moindre quantité de coups peut produire un effet satisfaisant à hauteur de

Digitized by Google

l'artillerie ; un seul coup heureux est capable d'y exercer une action décisive.

Aussi doit-on amener le point moyen au milieu de la hauteur découverte du blindage, et tirer ainsi le meilleur parti possible des écarts inhérents au tir. Le centre de groupement se trouvant sur le blindage, les assemblages de la muraille blindée seront profondément ébranlés et la muraille sera en quelque sorte démolie.

D'après cela, dans les bâtiments à longues batteries, dans ceux à batteries casematées, enfin, dans une partie des bâtiments à tourelles à bordage bas, le point moyen devra se trouver environ à hauteur des sabords. Avec une hauteur de 3 à 8 mètres de blindage au-dessus du niveau de l'eau, la ligne de flottaison sera suffisamment atteinte, grâce aux écarts en hauteur.

Dans les bâtiments cuirassés à tourelles, le point moyen se trouvera sur la cuirasse. Les projectiles qui la perceront paralyseront le mécanisme de rotation des tours et celui d'approvisionnement des munitions.

Le point décisif mentionné ci-dessus est, en réalité, une ligne verticale.

Le blindage, comme il a été dit plus haut, a sa moindre épaisseur aux extrémités du bâtiment. Mais les projectiles pénètrent plus difficilement dans ces parties ; d'un autre côté, dans les bâtiments à casemates ou à tourelles qui groupent leur artillerie au milieu de leur longueur, on n'utiliserait pas, contre les sabords, tous les coups un peu longs, et l'on s'exposerait à perdre un grand nombre de projectiles dans un tir contre les bâtiments à tourelles à bordage bas, puisque quelques-uns ont moins d'un mètre de hauteur de bord.

Pour les bâtiments à tourelles ou à casemates, on devra donc amener le point moyen au milieu de la tourelle ou des casemates.

Dans les grands bâtiments à batterie continue, qui sont en général faiblement blindés, la position du point moyen

Digitized by Google

dans le sens de la longueur du bâtiment est assez indifférente ; néanmoins, dans le but d'obtenir un effet plus énergique d'ébranlement et de dislocation, il est essentiel de chercher à grouper les coups le mieux possible.

Le point décisif se présente maintenant sous la forme d'un rectangle ayant pour base la largeur de la tour ou des casemates, et, pour hauteur, la hauteur visible du blindage.

Ce rectangle servant d'objectif n'offre pas, il est vrai, une résistance minima ; c'est au contraire la partie la plus forte du blindage. Il va sans dire que si des pièces de 15^{c} se trouvaient dans l'obligation d'entrer en lutte contre des bâtiments fortement blindés, elles devraient diriger leur tir, sous des angles favorables, sur les parties plus faciles à percer, telles que les extrémités du navire.

Les projectiles les plus ordinairement employés seront les obus en fonte durcie ; on ne se servira des obus allongés, et alors ce sera avec beaucoup d'avantage, que lorsqu'on pourra compter percer le blindage par un coup isolé ou par une salve.

Dans le tir contre le pont, on choisira la position du point moyen, de façon à perdre le moins de coups possible, car tout projectile qui frappera sera efficace.

Enfin, nous devons rappeler encore un genre d'effet à produire, effet qui, bien que de la plus grande valeur contre des bâtiments de toutes sortes, est actuellement tout à fait négligé.

Nous voulons parler des effets incendiaires. Si nous réussissons à allumer un incendie à bord, nous mettons, au moins momentanément, le bâtiment dans l'impossibilité de combattre.

Abstraction faite de leur effet moral sur l'équipage, la fumée et les flammes entravent absolument le service des pièces d'artillerie.

En présence des difficultés, plus grandes actuellement, de mettre le feu à bord des bâtiments par suite de leur

Digitized by Google

nouveau mode de construction, les projectiles incendiaires non-seulement n'ont fait aucun progrès, mais même ont complétement disparu.

Nous n'attendons plus l'incendie que d'un hasard favorable venant accompagner l'explosion d'un projectile. En raison de la haute importance des effets incendiaires, on pourrait aider un peu le hasard. Les obus des batteries de côte devraient servir en même temps d'obus incendiaires, mais l'adoption de projectiles particuliers, destinés à ce but, ne semble pas avoir d'utilité.

Extrait de l'*Archiv für die Artillerie-und Ingenieur-Offiziere.*

Traduit par E. Schaller,

Capitaine d'artillerie.

(*A suivre.*)

Digitized by Google

RAPPORTS

SUR

DES EXPÉRIENCES

FAITES EN SUISSE

1° Avec une mitrailleuse Palmkrantz et Winborg (1);
2° Avec un mitrailleur Christophe et Montigny armés de canons de fusils suisses.

Le lieutenant-colonel d'artillerie Schumacher avait été chargé par le colonel Bleuler, instructeur supérieur de l'artillerie, de diriger les expériences sur une mitrailleuse Palmkrantz et Winborg et sur un mitrailleur Christophe et Montigny; il prit donc, dans l'École des officiers et dans celle des sous-officiers, un certain nombre d'élèves, afin de les initier rapidement à la manœuvre de ces engins et de les mettre à même de servir dans les expériences.

I. — MITRAILLEUSE PALMKRANTZ ET WINBORG.

Dans les premiers essais faits (2), avec la mitrailleuse Palmkrantz, on se proposa d'étudier la hausse, de voir jusqu'à quelle distance elle pouvait être employée, et de vérifier sa position par rapport à l'axe du canon central.

La longueur de la ligne de mire était de 950 millimètres; on divisa donc la hausse en parties de $\frac{950}{1000}$, ou de $0^{mm},95$, afin de dresser une table de tir en millièmes de la ligne de mire.

Essais des hausses. (Séries 1 à 22.) — Le but était un panneau de $1^{m},80$ de haut et de 12 mètres de large.

On exécuta le tir à des distances variant de 300 en 300

(1) Voir la description de la mitrailleuse Palmkrantz, *Revue d'artillerie*, t. III, février 1874, p. 429, et les modifications apportées par l'auteur, t. VI, avril 1875, p. 88.
(2) Ces essais ont été signalés dans la *Revue d'artillerie*, t. X, septembre 1877, p. 574.

Digitized by Google

mètres, avec des hausses différentes, puis on détermina les vraies hausses correspondant à ces distances de tir, d'après la hauteur des atteintes. On trouva ainsi :

A 300	mètres,	séries	1-3,	10 ou	11 divisions.
A 600	—	—	4-6	29	—
A 900	—	—	7-11	53	—
A 1 200	—	—	12-15	91	—
A 1 500	—	—	16-22	128 env. = 6° 3/8.	

Ces points de repère servirent à établir une série de nombres dont les différences secondes étaient sensiblement égales à 1; toutefois, les essais ultérieurs montrèrent que les hausses ainsi obtenues étaient trop fortes; et on établit, avec 0,95 pour différence seconde, une nouvelle série qui parut plus satisfaisante.

Table de tir.

DISTANCES en hectomètres.	HAUSSES expérimentales pour le milieu de la cible.	PREMIÈRE SÉRIE de hausses ($\Delta_{,,} = 1$).	DEUXIÈME SÉRIE ($\Delta_{,,} = 0,95$).
0	»	1	0,95
1	»	3	2,85
2	»	6	5,70
3	11	10	9,50
4	»	15	14,25
5	»	21	19,95
6	29	28	26,60
7	»	36	34,20
8	»	45	42,75
9	53	55	52,25
10	»	66	62,70
11	»	78	74,10
12	91	91	86,45
13	»	105	99,75
14	»	120	114,00
15	128	136	129,20
16	»	153	145,35
17	»	171	162,45
18	»	190	180,50
19	»	210	199,50
20	»	231	219,45

Comme la première hausse ne pouvait recevoir que

Digitized by Google

90 divisions, et que l'emploi du quart de cercle donnait des résultats douteux, on fit faire une seconde hausse permettant d'aller jusqu'à 200 divisions; mais elle ne fut terminée qu'en décembre.

Dérivation. — Pour déterminer la dérivation, il fallait exécuter plusieurs tirs avec chaque canon; car les canons n'étaient sans doute pas parfaitement parallèles entre eux, ni en hauteur, ni en direction; de plus, le mouvement de translation du système rendait difficile l'observation des écarts; au moment du feu, chaque canon est, en effet, animé d'un certain mouvement vers la gauche, d'autant plus fort que l'on tire plus rapidement la salve des 10 coups.

Aussi, la dérivation balistique à droite était-elle négligeable, comparée à la déviation due à ce mouvement des canons vers la gauche. La dérive à employer était à peu près de $\frac{1}{10}$ de la hausse; on porta donc, sur la nouvelle hausse, une division de 20 millièmes de la ligne de mire vers la droite, et de 10 seulement, vers la gauche, pour corriger l'influence du vent ou du terrain.

Séries 23-30. — La table de tir ayant été ainsi déterminée, on entreprit une seconde série d'expériences pour contrôler l'exactitude des hausses, pour comparer la proportion des atteintes et pour apprécier la rapidité du feu. On prit, comme but, 4 panneaux représentant de l'infanterie en ordre serré; leur largeur était de 12 mètres, et ils étaient distants entre eux de $7^{m},5$; les trois derniers avaient une hauteur de $1^{m},80$, le premier, une hauteur de $0^{m},90$. La distance de tir était prise à partir du deuxième panneau; le but offrait une surface de $6^{mc},3$ par mètre courant. On a distingué les trous *directs* et les trous *obliques;* les derniers provenant sans doute des ricochets aux petites distances.

TABLEAU.

Digitized by Google

Nombre des atteintes pour 100 coups (10 salves).

DISTANCES.	HAUSSES	NOMBRE des atteintes pour 100.	TROUS		NOMBRE d'atteintes par coup.	NOMBRE DE TROUS par coup	
			directs.	obliques.		directs.	obliques.
300	10	255	—	—	2,55	—	—
300	10	274	218	52	2,74	2,18	0,52
600	29	142	103	34	1,43	1,03	0,34
600	29	102	79	19	1,02	0,79	0,19
900	54	17	15	2	0,15	0,15	0,02
900	52	30	26	2	0,3	0,26	0,02
1 200	90	9	—	—	0,09	—	—
1 200	88	7	—	—	0,07	—	—

De ce que le nombre des atteintes pour cent est supérieur à 100, il résulte qu'aux distances de 300 et de 600 mètres et, sans doute, aussi de 900 mètres, la force de pénétration de la balle est suffisante pour traverser deux fois des planches de sapin de 3 centimètres.

Rapidité du feu. — On a déterminé la rapidité du feu en mesurant le temps nécessaire pour 10 salves; 6 expériences (séries 23-28), donnèrent 9s,6 — 14s,2 — 8s,0 — 9s,0 — 7s,6 — 7s,6. La moyenne est donc de 9s,3 pour 100 coups, la pièce étant prête à tirer; le maximum est de 14s,2, le minimum de 7s,6.

Seconde série d'expériences. (31-37.) — On se proposait, dans ces expériences, de comparer l'efficacité de la mitrailleuse contre des buts animés à celle du canon de 8c. Comme on ne disposait que d'une mitrailleuse, on prit comme terme de comparaison l'effet produit par des poids égaux de projectiles. Dans le tir comparatif exécuté à des distances égales, tantôt à shrapnels, tantôt à mitraille, on déduisit du poids de munitions consommées l'effet utile d'un seul coup; la mesure de la rapidité du feu permit de calculer l'effet utile pendant un temps donné.

Le tableau ci-dessous donne les résultats obtenus avec la mitrailleuse :

Digitized by Google

DISTANCE. D	NATURE DU BUT.	SURFACE du but par mètre courant. S = m. c.	NOMBRE DE COUPS.	NOMBRE total des atteintes.	POIDS envoyé en kilogr.	ATTEINTES par kil. envoyé. A	VALEUR de l'expression $\frac{A \times D}{S}$ donnant l'effet utile.
340	Infanterie.	6,3	400	683	12,8	53,4	2 882
420	Id.	6,3	340	504	10,88	46,3	3 087
800-850	Tirailleurs.	0,27	1 250	71	40,0	1,77	5 244
1 100	Artillerie (cible réglementaire).	1,08	500	8	16,0	0,5	509
800	Artillerie (section complète).	2,08	300	47	9,6	4,9	1 884

On voit que les meilleurs résultats ont été obtenus dans le tir contre les tirailleurs; dans ce tir, on avait non-seulement fait agir l'appareil de dispersion latérale, mais on avait encore fait varier de la même manière l'angle de tir, à l'aide de la vis de pointage, de manière à envelopper le but dans la gerbe des balles.

Ce procédé paraît devoir être employé dans la pratique à l'exclusion de tout autre, à cause de l'impossibilité où l'on se trouve d'observer les coups.

Dans la série 32, une batterie de 6 canons lança 12 boîtes à mitraille représentant un poids de $76^k,8$; pendant le même temps, la mitrailleuse lança 16 kil. de balles, ce qui aurait donné 96 kil. de balles, pour une batterie de 6 mitrailleuses.

On en conclut que :

La mitrailleuse lance un poids plus considérable que le canon, dans des temps égaux;

Aux petites distances, la mitrailleuse donne, avec 200 balles, dont le poids ($6^k,400$) correspond à celui du projectile de 8^c, plus d'atteintes que le meilleur coup à shrapnel;

La mitrailleuse est supérieure au shrapnel, surtout contre des buts de faible surface (tirailleurs).

Le tir à des distances plus grandes sera l'objet d'expériences ultérieures.

Digitized by Google

Observations générales. — *Fonctionnement du mécanisme.* — Lorsque les munitions sont de bonne qualité, le mécanisme fonctionne parfaitement;

Quand les munitions sont de qualité douteuse, il se produit de fréquentes interruptions, parce que les cartouches mal graissées ne peuvent être extraites;

Quand les munitions sont mauvaises, l'appareil ne fonctionne plus du tout : si un culot vient à être arraché, la douille qui reste dans le canon est extraite avec la cartouche suivante, mais sa longueur l'empêche de sortir du *transporteur;* en outre, lorsque la douille vient à se fendre, les gaz de la charge agissent sur l'extracteur et l'empêchent de fonctionner, et la cartouche reste dans le canon;

Ces accidents sont plus fréquents par les temps froids, et avant que le tir n'ait échauffé l'appareil;

Lorsque la température est douce, le mécanisme fonctionne sans interruption pendant assez longtemps sans exiger de nettoyage; mais, par les temps froids, la graisse se fige et il faut nettoyer souvent le mécanisme; lorsqu'une cartouche se crève, le nettoyage est absolument nécessaire.

Les *limites des angles de tir* sont trop restreintes; à 800 mètres, il faut enterrer la crosse, même pour tirer à hauteur de la pièce.

Le *recul* dépend de la rapidité du feu; si l'on fait partir les 10 coups presque simultanément, le recul est sensible et dérange le pointage en direction comme en hauteur; il dépend aussi de la nature du terrain. En général, l'angle de tir est augmenté, et il se produit une déviation vers la gauche qui est quelquefois triple du relèvement.

Quant à l'*appareil d'alimentation* (1), il présente aussi de

(1) Dans la mitrailleuse Palmkrantz modifiée, l'appareil d'alimentation continue se compose de deux parties, l'alimentateur et le magasin. Le premier se fixe sur le transporteur; il est ouvert aux deux extrémités; à la partie supérieure, il est muni d'une couronne dans laquelle s'adapte le magasin; il peut contenir 150 cartouches par files de 15. — Le magasin contient 100 cartouches et porte au fond une broche mobile; il suffit de retirer cette broche pour faire tomber les 100 cartouches dans l'alimentateur; le magasin se charge directement à la main.

Digitized by Google

nombreux défauts; quand l'alimentateur n'est pas rempli et qu'on place sur lui le magasin, il arrive qu'une des cartouches se place verticalement et empêche les autres d'arriver dans le canon correspondant. Les fentes pratiquées dans l'alimentateur permettent, il est vrai, de s'en apercevoir, mais cet accident arrive le plus souvent dans la partie supérieure qui se trouve cachée par le magasin, et l'on n'en est alors prévenu qu'en enlevant le magasin, et en voyant tomber à terre les 9 cartouches supérieures.

De plus, il est regrettable que l'alimentateur ne puisse pas être fermé à la partie inférieure; quand on l'enlève par suite d'un accident survenu dans le tir, les 150 cartouches tombent à terre, se salissent et sont mises momentanément hors de service. Enfin, le chargement du magasin se fait trop lentement, et un autre appareil qui permettrait de le remplir plus vite et plus régulièrement que ne le font les servants à la main, paraît absolument nécessaire.

En somme, l'appareil d'alimentation est complétement défectueux.

Matériel. — Le matériel n'est pas dans de bonnes conditions; la mitrailleuse elle-même est trop légère, et les coffres sont trop lourds. Il faudrait deux sortes d'avant-trains : l'un de montagne, attelé à un seul cheval et transportant 6 000 cartouches (192 kil.), dont 1 000 (32 kil.) sur l'affût et 5 000 (160 kil.) dans le coffre d'avant-train; l'autre, de campagne, attelé à deux chevaux, transportant 9 000 cartouches (288 kil.), dont 1 000 sur l'affût et 8 000 dans le coffre. Le diamètre des roues devrait être porté à $1^m,20$, leur voie à $1^m,30$ (surtout pour la facilité du service), et le tournant à 60 degrés.

Enfin, quelques accessoires seraient indispensables, tels que pioche, pelle, coffrets de transport pour les munitions et crochets tire-douille.

Il reste à étudier dans les prochaines expériences :

La concordance des trajectoires des 10 canons de la

Digitized by Google

mitrailleuse; la graduation de la hausse pour les distances plus grandes que 900 mètres; la rapidité du feu, déterminée par le temps nécessaire pour 500 coups, et par le nombre de coups tirés dans un temps donné; enfin, l'efficacité de la mitrailleuse, comparée à celle du canon, à poids égal de munitions, ou pendant des temps égaux, afin de savoir à quelles distances le canon devient supérieur à la mitrailleuse.

II. — MITRAILLEUR CHRISTOPHE ET MONTIGNY
(mars et avril 1877).

Le mitrailleur Christophe et Montigny, qu'on a expérimenté à Thun, avait été construit de manière qu'on pût y tirer les cartouches réglementaires suisses.

Les expériences devaient porter sur le fonctionnement du mécanisme aussi bien que sur la facilité du service et sur l'instruction des servants; on devait ensuite comparer le mitrailleur au canon au point de vue de leur efficacité respective.

On procéda tout d'abord à l'examen du mitrailleur : le parallélisme de la ligne de mire et de l'axe du canon du milieu était suffisant, ces 2 lignes ne se rencontrant qu'à 1 214 mètres; le mécanisme était en bon état; seulement, la plaque de déclenchement fonctionnait un peu irrégulièrement et par à-coup.

Le service du mitrailleur fut ainsi réparti : le premier servant de gauche s'occupait de l'approvisionnement et du pointage, à l'aide du deuxième servant de gauche; le premier servant de droite mettait le feu; le deuxième servant de droite ouvrait et fermait la culasse et relevait la plaque de déclenchement. L'instruction ne put être donnée d'une manière complète que dans les tirs réels; dans les tirs à blanc, on ne peut, en effet, faire fonctionner le mécanisme sans s'exposer à amener la rupture des percuteurs qui frappent dans le vide.

Digitized by Google

Les expériences de tir commencèrent le 29 mars 1877; le but avait 1^{m},80 de haut et 12 mètres de large et représentait 20 files d'infanterie; sa superficie était de 21^{mc},6. On se servit tout d'abord de hausses approximatives, mais on eut soin de pointer sur le milieu du but, de manière à déterminer les hausses définitives en millimètres d'après le relevé des coups trop hauts ou trop bas.

Les tirs à 300, 600, 900 et 1 200 mètres donnèrent les résultats suivants :

DISTANCE. Mètres.	HAUSSE. Millimètres.	NOMBRE DES ATTEINTES.	
		Hausses.	Basses.
300	17 bonne.	29	33
600	39 trop forte.	36	11
900	62 un peu trop forte.	12	8
1 200	94 bonne.	8	8

On établit, d'après cela, une table de tir provisoire qui fut complétée par les expériences du 31 mars; le but représentait 20 files de cavalerie, avait 2^{m},70 de haut et 18 mètres de large; sa superficie était de 48^{mc},6. On obtint, aux distances de 1 200 mètres et de 1 500 mètres :

DISTANCE. Mètres.	HAUSSE. Millimètres.	NOMBRE DES ATTEINTES.	
		Hausses.	Basses.
1 200	92 un peu faible	1	14
1 500	182 un peu faible.	7	5
1 500	132 un peu forte.	19	16

Les hausses expérimentales successives, en millimètres et en millièmes de la ligne de mire, ainsi que la proportion des atteintes p. 100, sont données par le tableau ci-contre.

Digitized by Google

DISTANCE en mètres.	HAUSSE en millimètres.	HAUSSE en millièmes.	NOMBRE de coups.	NOMBRE des atteintes.	PROPORTION pour 100 des atteintes sur les cibles d'infanterie.
300	17	14,0	74	62	84,0
600	39	32,04 (un peu forte).	111	47	42,3
900	62	51,07 (un peu forte).	185	20	10,7
1 200	94	77,43	222	16	7,2
1 200	»	75,78	222	9 (21)	4,0 (9,5)
1 500	»	112,02 (un peu forte).	111	4 (9)	3,6 (8,1)
1 500	182	108,73	367	15 (35)	4,1 (9,5)

Le second tir à 1 200 mètres, et les deux tirs à 1 500 mètres ont été exécutés contre des cibles de cavalerie ; les nombres entre parenthèses représentent le nombre des atteintes et les pour 100 obtenus dans ces tirs ; ils ont été réduits, dans ce tableau, dans le rapport de 16 à 7, rapport des superficies des deux cibles, 48, 6 à 21,6.

En prenant pour différence seconde 0,44, on déduit de ces données expérimentales la série suivante, qui parut très-suffisamment exacte dans les expériences ultérieures :

DISTANCE.	HAUSSE en millièmes.	HAUSSE en millimètres.
100	4,4	5,34
200	8,8	10,68
300	13,64	16,55
400	18,92	22,96
500	24,64	29,92
600	30,80	37,39
700	37,40	45,40
800	44,44	49,55
900	51,92	63,02
1 000	59,84	72,65
1 100	68,20	82,79
1 200	77,00	93,48
1 300	86,24	104,69
1 400	95,92	116,44
1 500	106,04	128,73
1 600	116,60	141,5
1 700	127,60	154,9
1 800	139,04	168,8
1 900	150,92	183,2
2 000	163,24	198,17

Digitized by Google

Il y a lieu de remarquer que, dans les premières salves faites de 300 à 900 mètres, la plaque porte-cartouches n'était pas toujours remplie; il y eut des salves de 10 à 20 coups seulement; c'est à cette circonstance que l'on doit attribuer en partie la rupture des percuteurs et les dégradations de la plaque de devant. Les cartouches, qui dataient de 1872, étaient, du reste, de si mauvaise qualité, qu'elles contribuèrent sans doute à ces détériorations. La graisse dont elles étaient enduites, était dure et s'écaillait lorsqu'on les introduisait dans la plaque porte-cartouches; elle s'interposait ainsi entre cette dernière et la plaque de devant, puis, échauffée par le tir, elle coulait dans les canaux des percuteurs et amenait leur rupture. Les douilles, fortement attaquées par le vert-de-gris, se déchiraient dans l'âme des canons, et les morceaux entraînés éraflaient les rayures; il se produisait, en outre, un fort emplombage dû au mauvais état de la graisse, qu'il était impossible de faire disparaître par de simples lavages.

Sur 1 974 cartouches tirées, il n'y eut que 5 ratés. Dans la dernière série, on observa le temps mis à tirer 10 salves, en vérifiant le pointage après chacune d'elles; on trouva ainsi 95 secondes.

Comme on ne pouvait donner de déplacement latéral, ni à la hausse, ni au guidon, il fut absolument impossible d'estimer les déviations latérales. La dérivation qui devrait se produire à droite est annulée, et au delà, par le mouvement de l'arme vers la gauche produit au départ par l'appareil de dispersion automatique. Par un vent faible, l'écart latéral des balles est, à 1 200 mètres, de 12 mètres à gauche, soit de $\frac{1}{100}$; et à 1 500 mètres on est obligé de pointer à droite du but.

Le 2 avril, on continua les expériences en tirant contre un but de plus grande dimension: on avait mis en première ligne 40 files visibles de tirailleurs; à 75 et 100 mètres en arrière, sur les ailes, des soutiens masqués, de 20 files, et

Digitized by Google

à 100 mètres derrière ceux-ci et au centre, une réserve de 30 files disposées sur deux rangées successives. La distance de la première ligne fut d'abord déterminée à l'aide de 4 obus de 8c et fut trouvée de 900 mètres (hausse de 31 millièmes); on ouvrit ensuite avec le mitrailleur un feu aussi vif que possible contre les tirailleurs, en vérifiant sommairement le pointage tous les deux ou trois coups.

On tira 12 salves complètes (444 cartouches) et la durée du feu fut de 100 secondes. A la dernière salve, le premier servant de droite mit le feu avant que le deuxième servant n'eût complétement fermé la culasse; les coups partirent, chassèrent violemment la culasse mobile en arrière, malgré l'effort exercé sur le levier par le deuxième servant, quelques cartouches se crevèrent et des grains de poudre enflammés furent projetés dans les yeux du premier servant, qu'on dut emmener aussitôt. Le levier de la culasse fut tordu et brisé, sans cependant être mis hors de service; le deuxième servant reçut de fortes contusions au bras et à la main. Pour éviter tout accident de ce genre, on prescrivit au premier servant de droite de fermer lui-même la culasse, quoique cela fût très-incommode.

Une douille étant restée logée dans le canon central, après cette explosion, on ne tira contre les soutiens que 432 coups en 12 salves; de même, sur les réserves, on tira 432 coups en 12 salves, après avoir déterminé la nouvelle distance à l'aide de 4 obus de 8c; ce dernier tir dura 149 secondes, on vérifiait le pointage à chaque salve, et on allait plutôt plus lentement qu'il ne fallait.

Il y eut d'assez nombreux ratés : 19 sur 444 cartouches tirées contre les tirailleurs, soit 4,3 p. 100; 21 sur 432 cartouches tirées contre les soutiens, soit 4,8 p. 100; 32 sur 432 cartouches tirées contre les réserves, soit 7,4 p. 100.

On compara entre elles les plaques porte-cartouches pour voir si les ratés correspondaient aux mêmes percuteurs; dans aucun canon, les ratés ne se reproduisaient

Digitized by Google

constamment, mais, dans plusieurs, ils se renouvelaient et paraissaient tenir soit au percuteur, soit à la graisse figée sur la plaque de devant, soit à la cartouche elle-même; on ne constata point de rupture d'aiguille de percuteur.

Le tableau suivant donne les résultats obtenus dans ces trois tirs :

NATURE DU BUT.	SUPERFICIE du but.	NOMBRE de coups tirés (déduction faite des ratés).	NOMBRE des atteintes.	PROPORTION pour 100.
	mèt. carrés.			
Tirailleurs (très-disséminés). .	21,6	425	18	4,2
Soutiens de gauche (serrés) .	21,6	216	8	3,7
Soutiens de droite (serrés) . .	21,6	195	0	0
Réserves (serrées, sur 2 rangs)	43,2	400	53	13,25

Dans les essais faits sur la rapidité du tir, on a trouvé qu'en manœuvrant tranquillement et en vérifiant le pointage, on met de 12,4 à 9,5 secondes par salve; en allant aussi vite que possible, sans vérifier le pointage, on met 8,3 secondes. On peut donc admettre une moyenne de 10 secondes pour une salve ou de 6 salves par minute.

Dans les essais ultérieurs, on ne fit plus fonctionner l'appareil de dispersion, qui augmentait encore les écarts vers la gauche et était plutôt nuisible qu'utile.

Le 4 avril, on continua le tir contre des buts de nature diverse, on en déterminait toujours la distance à l'aide de quelques obus.

A 1 500 mètres, sur 40 files de cavalerie placées sur deux rangs, on n'obtint que 9 atteintes sur 415 coups, soit donc une proportion de 2,2 p. 100; il y eut 29 ratés. Pendant ce tir, on fit croître la hausse de 99 millièmes à 113 millièmes, puis on la fit décroître successivement, mais les résultats ne furent pas satisfaisants. On opéra de la même manière dans un deuxième tir contre une section d'artillerie située à la même distance, la hausse variant de 107 millièmes à 94 millièmes; sur 444 coups, dont

Digitized by Google

28 ratés, c'est-à-dire sur 416 coups tirés, il y eut 21 atteintes, 4 sur le personnel, 10 sur les attelages et le reste sur le matériel; ce qui donne une proportion de 5 p. 100.

Le feu fut dirigé ensuite, à 1 100 mètres, contre une rangée de 20 files d'infanterie et, un peu plus à gauche, contre un peloton de cavaliers de 25 files; sur 222 coups, dont 29 ratés, c'est-à-dire sur 193 coups tirés contre l'infanterie, on eut 41 atteintes ou 21 p. 100; sur 222 coups, dont 47 ratés, c'est-à-dire sur 175 coups tirés contre la cavalerie, on eut 201 atteintes ou 115 p. 100. Ce dernier résultat peut s'expliquer par l'influence d'un fort vent, venant de la droite, qui fit dévier à gauche les balles destinées à l'infanterie, par la forme profonde du but de cavalerie qui permet à une balle de donner plusieurs atteintes; enfin, pour les deux buts, la nature du terrain sec et pierreux favorisa les ricochets et laissa constater, par la poussière soulevée, que la hausse donnée de 64 millièmes convenait parfaitement.

Dans un quatrième tir contre de l'infanterie, à 900 mètres, avec la hausse de 51 millièmes, on n'obtint aucun résultat; ce que l'on doit attribuer aux rafales du vent venant de la droite. On n'avait employé que 178 cartouches nouvelles, qui donnèrent 21 ratés; les 179 autres cartouches avaient déjà donné lieu à des ratés dans les tirs précédents; 25 d'entre elles ratèrent une seconde fois, 4 une troisième fois; toutes partirent à la quatrième. Il ressort de là que c'est surtout au mécanisme de culasse que l'on doit attribuer les ratés; on s'aperçut, du reste, que plusieurs percuteurs et plusieurs ressorts s'étaient rompus.

Le 5 avril, par un temps sec, on tira à une distance de 800 à 900 mètres contre une rangée de 20 files d'infanterie, avec la hausse de 48 millièmes; comme on pouvait observer les points de chute, on dirigea les 12 salves de deux en deux, tantôt sur le bord supérieur de la cible, tantôt sur le bord inférieur. Ce but, d'une surface de 21me,6, reçut 124 atteintes sur 444 coups, dont 23 ratés,

Digitized by Google

soit sur 421 coups tirés; ce qui donne une proportion de 29,5 p. 100.

Enfin, le feu fut dirigé sur une chaîne de 30 tirailleurs couchés, à peu près à la même distance, avec la hausse de 48 millièmes; il y eut 32 atteintes sur 525 coups, dont 41 ratés, soit sur 484 coups tirés; ce qui donne une proportion de 6,6 p. 100.

CONCLUSIONS.

L'efficacité du mitrailleur *Christophe* est très-grande, eu égard à la faiblesse de poids et de portée de la balle suisse; son effet utile est bon, mais la rapidité du tir est tout à fait insuffisante. Le mitrailleur spécialement construit pour l'attaque et la défense des côtes, est muni de 37 canons, car il est alors nécessaire de lancer un grand nombre de balles à la fois, à cause des mouvements soit de la pièce, soit du but. Pour la guerre de campagne, cet engin est beaucoup trop lourd relativement au poids des balles qu'il peut lancer en une minute. On ne peut imaginer une disposition des mécanismes de fermeture et de mise de feu plus lourde et plus incommode, sans qu'elle présente pour cela plus de garanties de solidité.

Un feu soutenu exigerait un approvisionnement d'au moins 100 plaques porte-cartouches par pièce, remplies d'avance.

Le chargement de ces plaques est extrêmement long; le magasin de la mitrailleuse Palmkrantz, qui contient 100 cartouches, est plus vite chargé qu'une de ces plaques qui n'en contient que 37. On est obligé de les remplir toujours complétement si l'on ne veut pas s'exposer à briser les percuteurs ou les ressorts. Enfin, les canons devraient être numérotés pour qu'on puisse laisser vide la place correspondant à un canon obstrué par la douille d'une cartouche.

Au point de vue de la facilité du service, on doit signaler comme des inconvénients assez graves: le grand

Digitized by Google

nombre des canons à nettoyer, la difficulté de ce nettoyage qui exige l'enlèvement de toute la culasse mobile, l'impossibilité de passer l'inspection de l'arme sans un démontage et un remontage complet, ce qui exige deux heures environ.

Le canon paraît devoir l'emporter sur le mitrailleur en efficacité, parce que la petitesse des balles ne permet d'observer les points de chute que sur un sol bien sec.

Enfin, on doit signaler, dans cet engin, les vices de construction suivants :

On ne peut surveiller le jeu du mécanisme de culasse.

La culasse mobile et la plaque de déclenchement ne peuvent être manœuvrées par le même servant d'une manière commode ; leur manœuvre devient dangereuse si l'on y emploie plusieurs servants.

L'appareil de dispersion est insuffisant.

La hausse ne permet pas de corriger les déviations.

Les plaques porte-cartouches peuvent être placées à l'envers.

On peut oublier de relever la plaque de déclenchement quand la culasse est ouverte, et alors des départs prématurés sont à craindre quand on referme la culasse ; la plaque de déclenchement devrait se relever d'elle-même quand on retire la culasse mobile en arrière.

Il n'y a pas d'instrument pour retirer les douilles des cartouches difficiles à extraire.

Mais le défaut capital est que l'on peut mettre le feu avant que la culasse ne soit complétement fermée. Dans toutes les armes, même dans les canons, on s'est attaché à rendre cet accident impossible ; tant qu'on n'y aura pas remédié, le mitrailleur devra être considéré comme d'un emploi dangereux, et on sera obligé de diminuer beaucoup la rapidité du tir.

D'après le Ir-colonel d'artillerie suisse SCHUMACHER.
(*Zeitschrift für die Schweizerische Artillerie.*)

Digitized by Google

INSTRUCTIONS PRATIQUES

DE

L'ARTILLERIE ITALIENNE.

INSTRUCTION PROVISOIRE SUR L'APPRÉCIATION ET LA MESURE DES DISTANCES

(*Istruzione provvisoria su la stima e la misura delle distanze.* — Rome, 1877.)

En faisant connaître les principales dispositions adoptées pour l'exécution des écoles à feu en Italie, la *Revue d'artillerie* (tome X, juin 1877, page 239) rappelait que ces écoles devaient être précédées d'autres exercices préparatoires réglés par des instructions spéciales, parmi lesquelles on pouvait citer, en particulier, l'instruction sur l'Ecole des distances. Cette instruction, alors en cours d'impression, a paru dernièrement sous le titre d'*Instruction provisoire sur l'appréciation et la mesure des distances* (*Istruzione provvisoria su la stima e la misura delle distanze*), et il a semblé intéressant d'en donner les principales dispositions pour montrer avec quels soins minutieux tous les détails d'exécution de ces exercices sont prévus et réglementés chez nos voisins. On y trouvera également réunies et coordonnées certaines indications et certaines règles pratiques qu'il peut être souvent utile de ne pas oublier.

L'instruction sur l'appréciation et la mesure des distances a pour but d'enseigner les méthodes et les règles reconnues les meilleures pour évaluer, dans les diverses circonstances, avec toute l'exactitude et la rapidité possible, la distance du but sur lequel on doit diriger le feu.

Il est facile de se rendre compte de l'importance de cette instruction, si l'on réfléchit que de la plus ou moins grande habileté des observateurs dépendent la facilité et la rapidité du réglage du tir.

Digitized by Google

Aussi impose-t-on à tous les cadres l'obligation de la posséder à fond et de la donner avec soin à leurs subordonnés, en ayant l'attention d'en faire des applications toutes les fois que l'occasion s'en présente, soit dans les garnisons, soit dans les marches, dans les manœuvres, soit enfin aux écoles à feu. Dans l'enseignement, comme dans les applications de cette instruction, l'instructeur doit toujours s'attacher à habituer ses élèves à faire les observations avec soin, et chercher à développer graduellement le degré d'habileté spécial à chacun d'eux ; par la critique des observations faites, il les amène à se rendre un compte exact des circonstances dans lesquelles elles ont lieu, et, en faisant répéter les appréciations, il arrive à graver dans la mémoire de chacun un souvenir net et comme instinctif des faits observés.

L'instruction doit se donner d'abord sur des terrains plans, réguliers et faciles, puis successivement sur des terrains variés et accidentés de plus en plus difficiles. Dans tous les cas, on doit éviter de la faire sur un terrain trop connu de la troupe ou susceptible de présenter, pour l'appréciation et la mesure des distances, des facilités qu'on ne rencontre pas généralement dans la pratique. On doit donc, autant que possible, éviter les routes, surtout si elles sont bordées d'arbres, les lignes de tir des polygones, etc...

Pour l'école des distances, la troupe est toujours commandée par un officier directeur, et répartie en petits groupes confiés chacun à un sous-officier instructeur, aidé, au besoin, d'un sous-instructeur qui peut être choisi parmi les anciens soldats, pourvu seulement qu'il soit intelligent et déjà bien au courant de l'instruction.

Pendant les leçons, le directeur et les instructeurs doivent s'attacher à distinguer les hommes qui par leur intelligence ou la netteté de leur vue réussissent le mieux dans les exercices de mesure ou d'appréciation, de façon à pouvoir faire en pratique plus de cas de leurs observations que de celles des autres.

Digitized by Google

Tous les cadres reçoivent l'instruction complète sur l'appréciation et la mesure des distances; les caporaux, toutefois, ne sont pas exercés au maniement du télémètre. On n'enseigne aux hommes que les moyens d'évaluer les distances par l'observation de troupes à pied, ou par la mesure du temps employé par le son pour les parcourir.

La troupe, sauf les cas indiqués au cours de la présente instruction, est toujours en tenue de travail et sans armes.

I. — MESURE DES DISTANCES AU PAS, SOIT A PIED, SOIT A CHEVAL (1).

1° Mesure des distances au pas, par des hommes à pied. — Cette partie de l'instruction a pour objet d'apprendre aux cadres à mesurer au pas les distances, de façon à avoir, sans le secours d'instruments, un moyen de contrôler l'estimation des distances faite à vue.

Pour y arriver, il faut d'abord apprendre à régler son pas.

On commence à cet effet par tracer sur le terrain, au moyen de jalons ou d'autres signaux quelconques, un alignement sur lequel on marque d'une manière bien apparente, à partir de l'origine, trois points exactement distants de 75 mètres l'un de l'autre; l'instructeur conduit son détachement à l'origine de la ligne, envoie le sous-instructeur au premier signal distant de 75 mètres et fait partir successivement chacun de ses hommes, à 50 pas d'intervalle environ les uns des autres; il leur prescrit de marcher au pas ordinaire de 75 centimètres vers le premier signal de la ligne, et de compter en même temps le nombre de pas qu'ils font pour l'atteindre, en ayant soin de ne pas changer la longueur du pas pendant la marche.

L'homme s'arrête en arrivant au premier signal: le

(1) Pour cette partie de l'instruction, les groupes ne doivent pas être de plus de 15 hommes.

Digitized by Google

sous-intructeur lui demande le nombre de pas qu'il a comptés, et, d'après la réponse, lui fait observer le sens et la grandeur de l'erreur qu'il a commise sur la longueur du pas.

Il le remet ensuite en marche vers le second signal, en l'avertissant d'allonger ou de raccourcir le pas suivant que le nombre des pas comptés est plus grand ou plus petit que 100, et proportionnellement à l'écart entre ces deux nombres.

Arrivé au second signal, l'homme s'arrête et, après s'être répété à lui-même les observations qu'il a reçues du sous-instructeur, se dirige sur le troisième signal de la ligne en modifiant de nouveau, au besoin, et d'après ses propres réflexions, la longueur de son pas, de façon à parcourir exactement le troisième intervalle en 100 pas égaux.

L'instructeur rejoint le détachement à l'extrémité de la ligne, tandis que le sous-instructeur se rapproche au signal le plus voisin, et l'on recommence l'exercice exactement de la même manière suivant la direction inverse.

Quand ils ont appris à régler leur pas, les hommes sont exercés à mesurer au pas des distances inconnues. On mesure d'avance à cet effet sur le terrain diverses distances exactes avec la chaîne ou une corde à nœuds, et on en marque les extrémités au moyen de jalons. Les différentes lignes doivent être en général distinctes, diversement disposées, assez voisines pour éviter les pertes de temps, et ne pas avoir plus de 300 mètres de longueur.

L'exercice se fait comme le précédent, l'instructeur se plaçant au point de départ et envoyant le sous-instructeur à l'autre extrémité de la distance ; les hommes à 50 pas environ les uns des autres doivent faire exactement le pas de manœuvre de 75 centimètres et compter leurs pas en levant successivement les doigts de la main droite, en commençant par le pouce, à chaque centaine de pas terminée,

Digitized by Google

et continuant de même avec les doigts de la main gauche quand la distance est plus grande que 500 pas.

Les exercices qui ont pour objet soit de régler le pas, soit de mesurer les distances au pas, doivent se faire d'abord sur des terrains plans et unis, puis sur des terrains variés, de plus en plus accidentés, pour habituer les hommes à marcher d'un pas toujours égal sur tous les terrains. Quand les exercices ont lieu sur des terrains accidentés, l'instructeur a soin de faire remarquer que, en montant, on fait ordinairement le pas plus court, tandis qu'au contraire on le fait plus long en descendant; il indique les moyens de tenir, dans les mesures, un compte approximatif des accidents de terrain, douves, talus, sillons, etc...

Tous ces exercices doivent être répétés jusqu'à ce que les hommes arrivent à parcourir et à mesurer les distances, sans que l'erreur dépasse 5 p. 100 en plus ou en moins.

2° Mesure des distances au pas, par des cavaliers (¹). — Pour qu'un cavalier parvienne à mesurer les distances, il faut qu'il commence par étudier le pas de son cheval et arrive tant à en connaître la longueur qu'à rendre et à maintenir celle-ci constante.

L'instructeur, après avoir fait tracer sur le terrain une ligne droite de 400 à 500 mètres, jalonnée de 100 en 100 mètres, la fait parcourir plusieurs fois par le cavalier, et lui enjoint de compter le nombre des pas dans chaque intervalle de 100 mètres, en ayant soin de maintenir le cheval à son allure naturelle, de manière qu'il fasse le même nombre de pas dans chaque intervalle. L'instructeur explique ensuite comment, lorsqu'on connaît le nombre de pas qu'un cheval fait en moyenne dans un espace de 100 mètres, on peut mesurer une distance inconnue en la parcourant à une allure régulière et en comptant le nombre des pas faits par le cheval.

(¹) Pour cette partie de l'instruction, chaque cavalier doit, autant que possible monter le cheval qui lui est personnellement affecté.

Digitized by Google

Il indique alors un point dans la campagne et y envoie le sous-instructeur à cheval qui, chemin faisant, mesure la distance ; chaque homme parcourt ensuite successivement la distance en comptant les pas de son cheval et levant un doigt chaque fois qu'il atteint le nombre précédemment trouvé correspondant à un trajet de 100 mètres. Arrivé au but, il fait connaître au sous-instructeur le résultat de la mesure qu'il vient de faire, en calculant le chemin total parcouru comme égal à autant de fois 100 mètres qu'il a de doigts levés, plus le nombre de pas comptés depuis la dernière centaine ; pour ces derniers, on peut sans grande erreur regarder leur longueur comme égale à un mètre.

Le sous-instructeur, prenant pour point de comparaison la mesure qu'il a faite lui-même, fait au cavalier les observations qu'il juge utiles, si les indications de celui-ci s'éloignent trop de la vérité ; de son côté, l'instructeur, après avoir fait partir le dernier homme, rejoint le détachement en mesurant à son tour la distance au pas de son cheval : il fait la moyenne de tous les résultats obtenus, en laissant cependant de côté ceux qui sont entachés d'erreurs évidentes, et montre que cette moyenne doit être regardée comme donnant l'indication la plus voisine de la vérité. Si la distance a été mesurée par des procédés plus précis, l'instructeur la compare avec le résultat de l'expérience, fait ressortir la différence des distances ainsi obtenues en indiquant les causes les plus probables qui ont pu la déterminer, comme les accidents du sol, les écarts par rapport à la direction de la marche, etc.

Quand le cheval a le pas court et rapide, il peut être plus commode de compter seulement les doubles pas, c'est-à-dire de prendre pour unité le pas de l'un des membres antérieurs.

On peut de même déterminer la longueur du pas d'un cheval au trot ou au galop et mesurer les distances à ces allures ; mais il faut alors prendre plus de pré-

Digitized by Google

cautions encore afin d'obtenir et de maintenir la régularité d'allure nécessaire pour trouver des résultats suffisamment approchés.

II. — APPRÉCIATION DES DISTANCES PAR L'OBSERVATION DE TROUPES A PIED [1].

1° Appréciation des distances jusqu'à 400 mètres [2]. — L'instructeur fait avant tout remarquer à sa troupe que, dans la pratique, le moyen le plus ordinaire et le plus simple d'évaluer les distances est de les apprécier à vue, par l'observation des hommes à pied ou à cheval, des pièces, des voitures ou de tout autre objet constituant le but à battre ou voisin de celui-ci.

Cette méthode est basée sur cette remarque, que la hauteur apparente des objets, et la netteté avec laquelle on les perçoit, diminuent graduellement à mesure qu'on s'en éloigne. Comme cette netteté varie aussi suivant que l'observateur a plus ou moins bonne vue, il est indispensable que chacun se rende compte, par ses propres observations, de la manière dont il est impressionné aux diverses distances par la grandeur et la netteté des objets, et se forme ainsi une base pour les observations subséquentes dans les mêmes conditions.

Jusqu'à 400 mètres, la distance peut être évaluée par la simple observation d'hommes à pied isolés ou réunis en petits groupes.

L'instructeur ayant choisi un groupe de 4 hommes, autant que possible de même taille, désigne au sous-instructeur un point bien apparent sur lequel celui-ci se dirige en plaçant l'un de ces hommes à 100 mètres, le second à 200 mètres, le troisième à 300 mètres, et enfin le quatrième à 400 mètres, soit respectivement à 133, 267, 400 et 533 pas du détachement. Les 4 hommes restent

---

(1) L'instructeur de chaque détachement doit, autant que possible, être le même pendant toute la durée de cette période d'exercices ; les détachements ne doivent pas comprendre plus de 15 hommes.

(2) Pour cette leçon, les hommes qui servent de but aux observations doivent être dans des tenues différentes et armés de diverses manières.

Digitized by Google

face au détachement, et au repos. L'emploi du télémètre peut être utile dans ce cas à l'instructeur pour s'assurer que le sous-instructeur n'a pas commis d'erreur trop sensible sur la mesure de la distance, surtout si l'exercice a lieu en terrain varié.

Tandis que le groupe conduit par le sous-instructeur s'éloigne, l'instructeur fait constater à ses hommes la diminution graduelle de la hauteur apparente des individus ainsi que celle de la netteté avec laquelle on les distingue. Il leur dit ensuite que le premier homme arrêté se trouve à la distance de 100 mètres, et leur fait examiner attentivement les diverses parties de son corps, de son uniforme, de son armement, etc., en indiquant celles qu'on distingue parfaitement, ainsi que celles qu'on voit au contraire avec moins de netteté ; il fait remarquer que, pour n'omettre aucune partie de la personne ou de l'équipement de l'individu qu'on examine, il convient de commencer l'observation par le haut et de descendre progressivement jusqu'aux pieds, puis de recommencer l'examen en sens inverse.

Après avoir laissé à chacun le temps nécessaire pour faire cet examen, l'instructeur interroge ses hommes sur leurs observations individuelles et aide à terminer celles qui sont incomplètes, en s'appuyant sur les règles indiquées plus bas et sur son expérience personnelle. Il doit toujours s'abstenir avec le plus grand soin d'influencer trop directement le jugement des hommes par la critique des considérations sur lesquelles ils le basent, et laisser au contraire à chacun toute liberté pour arriver par des expédients et des réflexions personnelles aux règles générales de l'appréciation ; c'est ainsi que ces dernières se gravent le mieux dans la mémoire et que l'application en devient facile. Il n'oublie point que les réponses ne peuvent pas être identiques, puisqu'elles sont fonction de la qualité de la vue de chacun.

L'instructeur fait procéder, par la même méthode, à

Digitized by Google

l'observation des individus placés à 200, 300 et 400 mètres.

Pour juger de la valeur des observations et rectifier celles qui sont erronées, il se base sur les règles générales suivantes, applicables à un homme doué d'une vue ordinaire, dans les conditions normales d'air et de lumière :

1° A 100 mètres on voit distinctement toutes les parties du corps d'un homme, y compris les lignes générales du visage; on distingue même les petits mouvements et les moindres détails de l'uniforme, comme les rangées de boutons, les passe-poils, les galons de grade, les ornements du schako ou du képi, etc.

2° A 200 mètres, on distingue encore toutes les parties du corps, mais les détails de la physionomie et de l'uniforme deviennent plus confus : on ne distingue pour ainsi dire plus le schako du képi, et l'on ne voit plus les rangées de boutons ni les passe-poils.

3° A 400 mètres, on reconnaît encore les mouvements individuels quand ils sont bien accusés ; mais si l'on distingue encore bien la tête, on ne voit plus le visage ni le point de contact des pieds avec le sol : on a de la peine à établir une différence entre deux individus bien qu'ils portent des vêtements dissemblables.

Après les observations partielles, l'instructeur fait observer comparativement les quatre individus placés sur l'alignement, et remarquer la diminution progressive de la hauteur apparente ainsi que de la netteté des différentes parties à mesure que la distance augmente. Il fait en particulier ressortir, d'après l'exemple qu'on a sous les yeux, comment un observateur, doué d'une vue ordinaire, voit nettement les détails à 100 mètres, perçoit encore les couleurs à 200 mètres et ne peut plus les distinguer au delà.

L'instructeur appelle encore l'attention sur l'espace de terrain compris entre le point où l'on se trouve et les hommes qui servent à l'observation, de façon à donner à

Digitized by Google

chacun une juste idée des distances, indépendamment de la forme sous laquelle apparaissent les hommes destinés à les marquer. Il montre que l'examen attentif de l'espace compris entre l'observateur et l'objet peut donner un utile criterium pour évaluer la distance qui les sépare ; il explique à cet égard que des espaces égaux, pris successivement suivant la même direction, semblent très-différents les uns des autres s'ils partent d'un point assez voisin de l'observateur ; les segments les plus éloignés paraissent notablement plus courts que les plus rapprochés ; si, au contraire, ces espaces égaux sont loin de l'observateur, ils semblent encore sensiblement égaux entre eux à la vue.

L'instructeur fait remarquer enfin que les observations basées sur la comparaison des hauteurs apparentes d'un même objet sont moins sujettes à erreur que celles qui reposent sur la plus ou moins grande netteté de cet objet ; celle-ci, en effet, ne peut servir de terme de comparaison que dans des conditions sensiblement identiques d'atmosphère et de lumière. La direction de la lumière, le degré de transparence de l'air, la couleur propre de l'objet et celle du terrain sur lequel il se détache sont autant de causes qui influent sur l'apparence qu'il présente et peuvent tromper sur sa véritable distance. Il convient donc de corriger une première appréciation d'après les règles générales suivantes :

1° Les objets paraissent plus nets dans leurs différents détails et semblent par suite plus rapprochés qu'ils ne le sont réellement, quand ils sont éclairés directement, et s'ils sont de couleur claire ou si leur image se détache sur un fond clair. Si l'observateur tourne le dos au soleil, si l'observation se fait en hiver quand l'air est sec et transparent, ou bien un peu avant ou après la pluie, si le sol est plan, d'une teinte uniforme, s'il monte vers l'objet, la distance paraît encore plus petite que la distance vraie.

2° Dans toutes les conditions inverses, la distance paraît au contraire plus grande, en particulier lorsqu'elle

Digitized by Google

est dirigée suivant un canal ou un chemin rectiligne, surtout si celui-ci est bordé de murs ou d'arbres, ou enfin si le sol descend vers l'objet observé.

On ne peut donc établir de règles fixes sur la valeur des corrections à faire subir, dans les divers cas, aux estimations faites instinctivement d'après la première impression produite par l'objet, et l'on ne peut espérer quelque exactitude que si l'observateur a été rompu à ces exercices et s'il joint en outre une bonne vue à un jugement droit. Aussi les exercices d'observation indiqués ci-dessus doivent-ils être répétés dans les conditions les plus variées d'heure, d'atmosphère et de terrain, en faisant changer la position des hommes pris pour buts. Ceux-ci seront placés les uns derrière les autres sur l'alignement, tantôt de face, tantôt de profil, ou bien à quelques pas en dehors de l'alignement, les uns à droite, les autres à gauche, etc.

L'instruction préliminaire terminée, l'instructeur rappelle le sous-instructeur et les hommes placés le long de la ligne et fait remarquer à son détachement comment la hauteur apparente des différentes parties du corps ou de l'uniforme, ainsi que la netteté avec laquelle elles se distinguent, croissent progressivement, de façon que des détails, d'abord invisibles, deviennent perceptibles à certaine distance, puis de plus en plus distincts.

Pour l'exercice suivant, l'instructeur remet au sous-instructeur un bulletin où sont indiquées en pas trois distances ne dépassant pas 400 mètres, et le fait partir avec 4 hommes dans une direction différente de la première, en lui recommandant de s'arrêter d'abord à la plus petite distance, puis de se porter successivement à chacune des suivantes à un signal convenu.

Le sous-instructeur mesure la distance au pas, place un homme à 200 mètres, s'arrête à la première distance et dispose les autres hommes à quelques pas les uns des autres, face au peloton, auquel l'instructeur a eu soin de

Digitized by Google

faire tourner le dos pendant que les hommes s'éloignaient, et auquel il fait de nouveau faire demi-tour quand ceux-ci sont arrêtés à leurs places. L'instructeur apprend alors à ses élèves que l'homme isolé se trouve à 200 mètres et n'a été placé là que pour servir de terme de comparaison, puis il leur prescrit d'apprécier individuellement, en s'aidant de cette donnée, la distance du groupe posté par le sous-instructeur. Après avoir accordé le temps nécessaire pour faire l'observation, il interroge ses hommes un à un et à part; la réponse est donnée à voix basse et en dizaines de mètres. L'interrogatoire terminé, l'instructeur indique la distance vraie et fait les observations nécessaires aux hommes dont l'appréciation s'est le plus écartée de la réalité.

Avant de donner la distance, il prend à part les hommes qui, dans leur appréciation, ont commis une erreur de plus de 50 mètres, en plus ou en moins, et leur fait répéter l'observation en les avertissant qu'ils ont commis une forte erreur, mais sans leur en indiquer la grandeur ni le sens, de façon à les amener à rectifier d'eux-mêmes leurs appréciations.

On procède ensuite de même pour la seconde et la troisième distance, sans déplacer l'homme posté à 200 mètres.

A la fin de l'exercice, il est bon de faire quelquefois mesurer la distance au pas par tout le peloton, pour bien faire comprendre aux hommes la justesse des observations qui leur ont été faites.

Cet exercice est repris plusieurs fois en changeant de terrain, autant que possible dans des conditions atmosphériques différentes avec des buts diversement éclairés; l'homme qui sert de terme de comparaison est placé tantôt à 200 mètres, tantôt à 300 ou à 400 mètres ; plus tard, on le supprime complétement; on peut aussi commencer l'exercice soit par la plus petite, soit par la plus grande des distances, ou même par la distance moyenne. On fait

Digitized by Google

enfin apprécier simultanément les trois distances, en plaçant un ou deux hommes à chacune d'elles. Dans ce dernier cas, on fait apprécier aux hommes une seule distance et on leur fait ensuite estimer l'intervalle compris entre le groupe observé et les autres groupes répartis sur la ligne.

2° Appréciation des distances jusqu'à 1 000 mètres. — Pour cette partie de l'instruction, la troupe prend tantôt une tenue, tantôt l'autre, avec ou sans armes ; sur le terrain, on la partage en deux groupes égaux commandés chacun par un instructeur.

Le directeur de l'exercice donne les indications nécessaires aux instructeurs et prescrit aux deux pelotons de marcher chacun 200 mètres (267 pas) en sens opposé ; arrivés à cette distance, les instructeurs arrêtent leurs pelotons, les remettent face l'un à l'autre, et envoyent isolément à quelques pas à droite et à gauche quelques hommes qui se postent dans des attitudes diverses, debout, à genoux ou assis.

L'instructeur appelle ensuite l'attention de ses élèves sur les hommes isolés et sur le peloton qu'ils ont devant eux ; il leur fait remarquer quelles sont les parties des individus et des vêtements qu'on peut distinguer, et quel effet produit à la vue la ligne continue des soldats de l'autre peloton. Il leur fait également examiner d'un coup d'œil le terrain qui sépare les deux pelotons, puis les interroge un à un et rectifie ou complète les observations qui laissent à désirer. Il s'attache à bien faire comprendre que, pour une vue ordinaire, le visage d'un homme isolé ne se distingue plus à 400 mètres, tandis que, dans un rang de soldats, la ligne des visages forme encore une raie bien distincte et le genre de coiffure se reconnaît aisément.

L'observation terminée dans chaque peloton, le directeur fait sonner un refrain convenu d'avance, et les pelotons marchent encore chacun 100 mètres (133 pas) en

Digitized by Google

sens opposé, puis se disposent de nouveau comme ils l'étaient à 400 mètres.

Les instructeurs indiquent aux hommes qu'ils se trouvent maintenant à 600 mètres, et opèrent comme précédemment, et ainsi de suite à 800 et à 1 000 mètres, chaque peloton parcourant respectivement encore 133 et 267 pas.

Dans ces exercices, les instructeurs mettent tous leurs soins à obtenir que l'observation soit faite séparément pour les hommes isolés et pour le rang du peloton opposé; pour apprécier la valeur des observations faites, ils se basent sur les données suivantes qui se rapportent à une vue ordinaire :

1. — A 600 mètres, on peut, dans un rang, compter les files et distinguer les mouvements individuels, à condition, toutefois, que les hommes soient bien éclairés; s'ils sont disposés en chaîne ou à genoux, on ne les distingue bien que s'ils ont des vêtements de toile.

2. — A 800 mètres, on ne peut plus guère compter les hommes dans le rang et on distingue mal les mouvements individuels, même quand ils sont bien accusés.

3. — A 1 000 mètres, un rang n'apparaît plus que comme une bande dont l'uniformité n'est rompue qu'en haut par la ligne des têtes et en bas par celle des jambes. Les files se distinguent à peine [1].

Après cette première instruction, on exerce les hommes à apprécier les distances par l'observation de groupes isolés.

Pour cela, le directeur remet aux instructeurs des bulletins conformes au modèle ci-joint, indiquant les distances comprises dans la limite de 1 000 mètres auxquelles doivent se faire les observations, ainsi que les distances à parcourir respectivement par chaque peloton et mar-

[1] Dans le combat, les oscillations des troupes frappées par les projectiles peuvent aussi donner des indications sur l'exactitude plus ou moins grande avec laquelle la distance a été appréciée.

Digitized by Google

quées des signes + ou —, suivant que le peloton doit s'éloigner ou se rapprocher du peloton opposé.

		1re DISTANCE.	2e DISTANCE.	3e DISTANCE.
1er Peloton.				
Distances à parcourir.	en mètres .	+ 400	+ 50	— 150
	en pas. . .	+ 533	+ 67	— 200
2e Peloton.				
Distances à parcourir.	en mètres .	+ 450	— 250	+ 200
	en pas. . .	+ 600	— 333	+ 267
Distances entre les 2 pelotons. .	en mètres .	850	650	700

L'exercice s'exécute d'ailleurs exactement comme le précédent, à cette différence près, que les hommes ne savent pas la distance à laquelle ils se trouvent et qu'ils doivent l'apprécier d'après leurs propres observations ; les instructeurs ont soin de faire recommencer les observations et de rectifier ensuite l'appréciation de la distance pour les hommes qui ont commis des erreurs supérieures à 100 mètres en plus ou en moins.

On répète cet exercice dans des conditions aussi variées que possible, en n'employant d'abord que des distances comprises entre 400 et 1 000 mètres, puis en se servant à volonté de toutes les distances au-dessous de 1 000 mètres. Au début on ne choisit pour les distances à apprécier que des multiples de 50 mètres; ensuite on prend des multiples de 10 mètres seulement ; on le fait d'ailleurs connaître aux hommes qui reçoivent l'instruction ; on dispose les pelotons sur un ou sur deux rangs, on place les hommes en groupes serrés ou on les disperse en tirailleurs, etc.

Enfin, le directeur fait placer les pelotons à une distance quelconque l'un de l'autre, comprise entre 400 et 800 mètres, et prescrit aux instructeurs d'envoyer en avant ou en arrière de leur peloton quelques hommes à une distance déterminée comprise entre 50 et 200 mètres; et

Digitized by Google

l'on exerce alors, exactement comme plus haut, les hommes à apprécier non-seulement la distance du peloton opposé, mais encore l'intervalle qui sépare ce peloton des hommes qui en ont été détachés.

Lorsque, entre les pelotons, il se trouve des arbres ou d'autres points remarquables, le peloton le plus voisin en mesure préalablement la distance, que l'autre peloton apprécie de son côté en se conformant aux règles générales de ces exercices.

3° Appréciation des distances jusqu'à 1 500 mètres. — Ces exercices se font exactement comme les précédents ; pour la première leçon, les deux pelotons sont conduits chacun à 500 mètres (667 pas) du point de départ commun, mais uniquement pour coordonner leurs observations et les rattacher à celles qui ont été faites dans les leçons précédentes ; les hommes n'ont donc pas à apprécier la distance, qu'on a soin de leur faire connaître.

Les pelotons sont ensuite amenés d'abord à 600 mètres, puis à 750 mètres du point de départ, c'est-à-dire à 1 200, puis 1 500 mètres (1 600 et 2 000 pas) l'un de l'autre ; à chaque station, les instructeurs font faire les observations et les rectifient comme pour les distances moindres. Ils font remarquer que les détails perceptibles pour un homme doué d'une vue ordinaire, quand il observe une troupe à pied placée à plus de 1 000 mètres, se réduisent à bien peu de chose et varient, bien plus que pour les distances moindres, avec les conditions de lumière, de terrain, de transparence de l'atmosphère ou de couleur des objets.

A 1 200 mètres par exemple, si le terrain n'est pas plan et parfaitement régulier, ou si, dans ce cas, le but n'est pas bien éclairé, on ne distingue plus la ligne des pieds, mais on peut encore reconnaître si la troupe est formée sur un ou sur deux rangs, si les hommes sont coude à coude ou à un certain intervalle les uns des autres, s'ils sont à pied ou à cheval ou s'ils exécutent des mouvements d'ensemble.

Digitized by Google

A 1500 mètres, les rangs n'ont plus que l'aspect d'une bande obscure sur laquelle se détache seulement la ligne des épaules. Il en est encore de même si la troupe est à cheval, mais alors la bande est plus large et son bord supérieur est découpé de dentelures irrégulières. Au delà de 1 500 mètres ces derniers traits disparaissent et l'on ne distingue plus que le scintillement des armes. Aussi est-il nécessaire, pour apprécier les distances supérieures à 1 000 mètres, de porter principalement son attention sur le terrain intermédiaire.

Une fois les exercices d'observation terminés, on passe à l'appréciation des distances en opérant exactement comme plus haut et faisant prendre aux pelotons au moins trois positions différentes, comprises entre 1 000 et 1 500 mètres. On fait enfin évaluer la distance entre le peloton opposé et un petit groupe détaché en avant ou en arrière de lui, à 50 mètres au moins et 300 mètres au plus.

4° Exercice final de concours. — Ce dernier exercice est destiné à constater les progrès faits par chaque homme et à reconnaître les soldats les plus habiles à apprécier les distances à vue. On y apporte une certaine solennité et on y emploie tout le temps nécessaire.

Le directeur choisit pour point de station une éminence dominant le terrain environnant et n'ayant pas servi, autant que possible, aux exercices précédents de la troupe appelée au concours ; il y fait planter une perche avec un pavillon bien visible.

Il fait ensuite disposer trois groupes d'hommes, dans diverses tenues, sur des directions différentes, à des distances variables du point de station, comprises entre 400 et 900 mètres ; les groupes placés aux plus grandes distances peuvent être munis d'un fanion qui en marque mieux la position.

L'exercice est exécuté à la fois par toute la batterie réunie, dont le commandant reçoit un bulletin du modèle ci-joint portant les noms de tous les hommes :

Digitized by Google

....BATTERIE.

Concours d'appréciation des distances par l'observation de troupes à pied.

Distances réelles. { 1re distance — mètres....
2e distance — id. ....
3e distance — id. ....

NOMS.	APPRÉCIATION de la 1re distance.	ERREUR.	APPRÉCIATION de la 2e distance.	ERREUR.	APPRÉCIATION de la 3e distance.	ERREUR.
	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
N.... N....						

La batterie ne se rend au point de station qu'après que les divers groupes destinés à servir de but pour les observations ont été placés. Le commandant de la batterie indique à sa troupe la position des groupes, rappelle qu'ils ne se trouvent pas à plus de 1 500 mètres et accorde le temps nécessaire pour faire les observations. Il prend ensuite à part chacun des hommes de la batterie, l'un après l'autre, dans l'ordre où ils sont inscrits dans la première colonne du bulletin et écrit en regard du nom, dans la colonne convenable, les appréciations que chacun lui donne à voix basse.

Pendant ce temps, le directeur mesure les trois distances, de préférence avec le télémètre de campagne, par la méthode qui lui paraît la plus convenable et en répétant l'opération autant de fois qu'il le juge utile.

Le directeur communique par écrit les résultats de la mesure qu'il vient de faire au commandant de la batterie ; celui-ci les inscrit en tête de son bulletin, calcule les erreurs commises par chaque homme et les note dans les colonnes réservées à cet effet, avec le signe + ou —, suivant que l'appréciation est supérieure ou inférieure à la distance vraie. Il lit ensuite à haute voix à sa batterie les distances exactes et les erreurs commises par chacun.

Digitized by Google

Ce concours se fait au moins trois fois par an, à des époques diverses, en changeant la localité et les conditions de lumière. Les bulletins sont conservés dans la batterie pour servir à classer les hommes d'après leur habileté à apprécier les distances ; on classe comme habiles ceux qui, dans les trois concours, n'ont pas commis d'erreur supérieure à $\frac{1}{10}$ pour toutes les distances moindres que 1000 mètres, et à $\frac{1}{8}$ pour les distances de 1000 à 1500 mètres.

On calcule enfin la moyenne des appréciations faites par les hommes reconnus habiles ; cette moyenne est généralement très-voisine de la valeur réelle de la distance ; on a soin de le faire remarquer aux cadres pour les convaincre qu'en pratique il vaut mieux opérer ainsi que de s'en rapporter à des observations individuelles. Il est bon aussi d'établir cette moyenne seulement pour les appréciations faites par les sous-officiers de la batterie, afin de se rendre compte de la confiance qu'on peut, en certains cas, avoir dans les appréciations de distance faites par les chefs de pièce présents au concours.

Traduit par A. Jouart,
Chef d'escadron d'artillerie,
Aide de camp du général de Fénelon.

(*A suivre*).

Digitized by Google

AFFUTS MONCRIEFF

DU 2E SYSTÈME.

La *Revue d'artillerie* a donné la description du premier système d'affûts *Moncrieff* dans son numéro de février 1873, tome I, page 346. Cet affût, adopté pour les canons de 7po au mois d'avril 1873 (voir tome III, page 454, février 1874), a été notablement modifié par l'inventeur. La description du deuxième système est extraite du *Treatise on military carriages, october 1876.*

AFFUT DU CANON DE 7po ET 7 TONNES, M. L. R (1).

Élévateur. — L'élévateur est formé de deux flasques en tôle double; leur bordure, en fonte, a 63 millimètres de largeur, et les plaques de tôle ont 9mm,5 d'épaisseur. Les flasques sont réunis, à leur partie inférieure, par le contrepoids qui est fixé entre eux au moyen de boulons et consiste en blocs massifs de fonte. A leur partie supérieure sont les encastrements des tourillons, garnis de coussinets cylindriques mobiles en bronze et de sus-bandes que l'on introduit à leur position par glissement et que l'on assure au moyen de vis. Un boulon à piton, pouvant recevoir, au besoin, un cordage de sûreté, est vissé dans chacun des tourillons de la pièce, et comme il n'y a pas d'entretoise entre les flasques de l'élévateur, le canon lui-même en fait fonction, grâce à une forte rondelle fixée sur le tourillon par le boulon à piton.

Le recul n'est plus modéré (comme dans les affûts du 1er type) au moyen de crémaillères cycloïdales bou-

(1) M. L. R., *Muzzle loading, rifled*, rayé, se chargeant par la bouche.

Digitized by Google

lonnées sur l'élévateur et engrenant avec des pignons. Il y a, sur le châssis, deux crémaillères de retenue, réunies à l'élévateur par deux tringles. L'une des extrémités de chacune de ces dernières, munie d'une boîte en bronze, pivote autour d'un axe qui traverse le contre-poids et le flasque.

Pour élever la culasse du canon et lui donner également la position voulue pour le pointage, une longue tringle de pointage, A (pl. III, fig. 1), est fixée, par un boulon, à une pièce en bronze placée sous la culasse, et portant également une plate-forme de pointage ; en bas, cette tringle est articulée entre deux lames, BB, qui se recourbent en dehors pour se réunir, par leurs extrémités supérieures, à l'aide d'un axe, aux flasques de l'élévateur, tandis que leurs extrémités inférieures comprennent entre elles un rouleau en bronze, N. Ce dernier court dans un guide de pointage, D, tenant au châssis, et auquel on donne l'élévation voulue ; la tringle de pointage la communique à la pièce. Pendant le recul, le rouleau porté par les lames se transporte en arrière le long de son guide, et la tringle de pointage passe de la verticale à une position voisine de l'horizontale.

Châssis. — Les côtés du châssis ont $5^{m},18$ de longueur et sont écartés de $1^{m},45$, hors œuvre ; ils sont formés de deux barres de fer en U de 35 centimètres de hauteur, le long desquelles sont rivées, en dessus et en dessous, des plaques de $2^{c},5$.

Trois entretoises réunissent les côtés ; chacune d'elles est formée d'une plaque de tôle rivée entre des cadres en fer d'angle ; pour les entretoises de devant et de derrière, les cadres s'étendent tout autour de la plaque, mais, pour l'entretoise du milieu, ils ne règnent que le long des côtés et du bord inférieur. Cette dernière entretoise descend un peu au-dessous de la surface inférieure des côtés, et ne s'élève pas jusqu'à la surface supérieure. Outre les entretoises qui réunissent les côtés du châssis, il y a, au-des-

Digitized by Google

sous de ceux-ci, une traverse-support creusée en forme d'auget, dont le fond livre passage à la cheville ouvrière à 3m,30 du devant du châssis ; cette traverse est fixée par deux bandes de tôle qui passent au-dessous de ses extrémités et sont fixées par des boulons aux côtés du châssis.

Les chapes des roulettes sont boulonnées directement sous les côtés ; les roulettes sont en fonte, à profil plat (53 centimètres de diamètre).

Sur chaque côté du châssis est disposée une crémaillère fixe le long de laquelle roule l'élévateur, puis, comme on l'a déjà dit, une crémaillère de retenue mobile, à laquelle il est réuni et qui permet de modérer son mouvement d'élévation. Cette crémaillère se meut sur la surface supérieure du côté, à l'avant du châssis ; elle est maintenue au moyen d'une plaque de tôle ajustée en dehors du côté, et d'une agrafe boulonnée sur celui-ci. Elle est double ; les dents de sa surface supérieure reçoivent une dent-de-loup destinée à l'arrêter lorsque l'élévateur est descendu à la position de chargement ; celles de sa surface inférieure engrènent avec un pignon au moyen duquel on peut la mettre en mouvement, et, avec elle, l'élévateur.

Pour faciliter le mouvement des crémaillères de retenue, en diminuant le frottement, quatre galets en bronze sont placés en avant de chacune d'elles, ainsi qu'un grattoir pour chasser le sable, etc., qui pourrait tomber sur le châssis en avant des galets. Les pignons, au moyen desquels on donne le mouvement aux crémaillères, sont calés sur un arbre transversal qui traverse les côtés du châssis et qui est pourvu de deux freins à déclic, un en dehors de chaque côté ; ces freins retiennent l'élévateur en bas lorsque l'effort du recul a cessé, et modèrent le mouvement d'ascension de la pièce à la position de tir. Le frein à déclic se compose (fig. 2) d'un tambour en fonte, *a*, contenant une roue à rochet en fonte, *b*, qui peut se mouvoir indépendamment du tambour, mais qui

Digitized by Google

suit le mouvement de l'arbre. Quatre dents-de-loup, *d*, sont portées par le tambour et disposées de façon à agir comme si elles étaient de différentes longueurs ; un ressort empêche chacune d'elles de trop s'écarter de la roue à rochet. Le tout est compris entre deux plaques de fer, *e*, qui pénètrent dans le tambour et sont boulonnées de chaque côté de celui-ci.

Autour du déclic, passe un modérateur ou tambour de friction en fer, doublé de bois, dont une extrémité est fixée au côté du châssis, et l'autre à un levier coudé. Ce dernier est articulé avec le châssis près de son extrémité recourbée, tandis que le grand bras, étendu le long du châssis, vers l'arrière, est chargé d'un poids mobile en fonte arrêté au moyen d'une vis. Le poids est ajusté de façon à bander assez le modérateur pour qu'il puisse arrêter le déclic ; dès lors, les dents-de-loup de celui-ci empêchent la roue à rochet de tourner à contre-sens, et l'élévateur ne peut pas remonter lorsque l'effort du recul a cessé. Si l'on soulève le bras chargé du levier, pour détendre le modérateur, l'ensemble du frein peut tourner et l'élévateur remonte. Afin que l'on puisse agir simultanément sur les freins qui sont placés de part et d'autre du châssis, les côtés de celui-ci sont traversés, vers la queue, par un arbre sur chacune des extrémités duquel est monté un levier coudé. Le petit bras de ce dernier est relié au levier chargé du modérateur au moyen d'une petite tige portant un filetage de rappel à chacune de ses extrémités. En ramenant en arrière l'extrémité du levier coudé, on soulève le levier chargé et l'on desserre le frein ; et cela, non-seulement du côté du levier sur lequel on agit, mais encore de l'autre côté, grâce à l'arbre transversal, si les vis de rappel sont convenablement ajustées.

Une roue dentée est montée sur l'arbre du frein, en dehors de chacun des déclics ; un pignon engrène directement avec elle et permet d'amener à la main l'élévateur dans une position quelconque ; on désembraye ce pignon,

Digitized by Google

à l'aide d'une poignée, avant l'ascension de la pièce ou la mise de feu. Sur l'axe du pignon est une douille mobile, avec dent-de-loup ; en mettant celle-ci en prise avec une roue à rochet et agissant sur un levier à pointe ferrée engagé dans la douille, on fait tourner l'arbre du frein, et son pignon fait mouvoir l'élévateur ; la dent est double et peut agir dans les deux sens.

Les garnitures protectrices recouvrent les tambours de frein et les pignons.

Le guide de pointage D (fig. 1), qui reçoit le rouleau N, est placé dans l'axe du châssis, vers l'arrière ; il est articulé avec un support qui repose sur une pièce en fer à T fixée en travers du châssis.

Sous la tête du guide est fixé un arc élévateur, E, passant entre un rouleau de frottement, F, et un pignon, G, au moyen duquel on le met en mouvement. Le rouleau et le pignon sont placés entre deux plaques, H, fixées sous le châssis, et s'appuyant, d'une part, à la face antérieure de la traverse-support, de l'autre, à une pièce, I, en fer à double T, rivée sous l'entretoise du milieu. Le pignon est monté sur l'extrémité intérieure d'un arbre court, M, dont l'autre extrémité traverse le côté droit du châssis et porte une roue, K, embrayant avec une vis sans fin, L ; l'arbre de celle-ci est vertical et porté par le châssis ; on le fait tourner à l'aide d'un volant-manivelle. La roue dentée K est composée de façon à permettre un léger glissement de l'arc élévateur, au moment du tir, et à réduire ainsi le choc sur les différentes parties de l'appareil ; elle consiste en deux troncs de cône O, O (fig. 1), opposés par leurs petites bases (sans se toucher) et tournant avec l'arbre M ; la roue proprement dite P les entoure en forme de bandage. Grâce à cette disposition, lorsque les cônes sont rapprochés l'un de l'autre, ils sont pressés contre le bandage, et *vice versâ*. Le serrage est réglé de telle sorte que le glissement dans le bandage et, par suite, le jeu de l'arc élévateur soient aussi petits que

Digitized by Google

possible. On rapproche les troncs de cône au degré voulu au moyen d'un écrou, Q, maintenu par un contre-écrou, R. Un disque gradué est fixé sur le cône extérieur et un index, porté par le châssis, marque zéro sur le disque, lorsque l'axe de la pièce est horizontal.

Un plancher de chargement est placé entre les côtés du châssis et vers son milieu ; il est formé de madriers supportés par un bâti en fer d'angle. L'opération du chargement est beaucoup plus facile que dans les affûts du premier type, puisqu'elle s'exécute au-dessous du contre-poids et non plus au-dessus. Le projectile, placé sur des guides en fer d'angle, est élevé du plancher de chargement à la bouche du canon à l'aide d'une chaîne qui passe sur une poulie fixée au contre-poids ; la chaîne est ensuite amenée en dehors du châssis au moyen de deux poulies de renvoi attachées à l'élévateur et au plancher de chargement. Deux supports en bois sont fixés de chaque côté du châssis, à l'intérieur, pour recevoir les armements ([1]).

Au côté gauche du châssis est fixée une plate-forme avec marchepieds. Des rouleaux sont disposés à l'arrière pour recevoir, en cas de besoin, les cordages de sûreté fixés aux pitons des tourillons ; chacun d'eux porte une roue à rochet avec dent-de-loup qui ne lui permet de tourner que dans un sens. Enfin, des pitons reçoivent, quand il est nécessaire, les poulies fixes de palans pour abaisser la pièce.

Deux appareils de pointage en direction, complétement indépendants, sont appliqués aux roulettes gauches antérieure et postérieure du châssis. Chacun d'eux consiste en une roue d'angle fixée à la roulette et mise en mouvement à l'aide d'un pignon d'angle monté sur un arbre très-court. Cet arbre, maintenu dans un collier boulonné extérieurement sur le côté du châssis, porte, à son extrémité supérieure, une roue d'angle avec laquelle embraye un pignon mû par une manivelle.

[1] L'écouvillon et le refouloir ont des hampes en corde goudronnée.

Digitized by Google

Un index, permettant de repérer la position du châssis, est porté par la chape de la roulette gauche de derrière. Les voies circulaires sont formées de courbes en fonte et munies d'arrêtoirs; un arc gradué en zinc est encastré dans les courbes de derrière. La traverse-support du châssis repose sur une sellette en fonte; la cheville ouvrière, en acier, est munie d'un piton vissé qui lui sert de poignée.

AFFUT DU CANON DE 7PO ET 82 CWT, B. L. R. (1).

Cet affût est construit comme le précédent; les côtés du châssis sont en fer à double T de 25 centimètres de hauteur, 14 centimètres de largeur aux ailes et $4^m,57$ de longueur; ils sont espacés de 85 centimètres. Il n'y a qu'un déclic sur le côté gauche du châssis; l'élévateur est mis en mouvement au moyen de leviers ferrés agissant sur des têtes de cabestan à chaque extrémité de l'arbre du frein.

AFFUT DU CANON DE 64 LIV. ET 58 CWT, M. L. R.

Même construction; les côtés du châssis ont la même longueur et le même équarrissage, mais sont placés à 67 centimètres l'un de l'autre. Le châssis n'a que trois roulettes, une grande à l'arrière (de 61 centimètres), deux plus petites à l'avant (de 46 centimètres); il n'y a pas d'appareil pour les déplacements du châssis; les roulettes sont percées de trous dans lesquels on engage des leviers ferrés.

AFFUT DU CANON DE 9PO ET 12 TONNES, M. L. R.

Cet affût est analogue à l'affût de 7po et 7 tonnes. Les côtés du châssis sont en fer à double T de 6 mètres de longueur, $30^c,5$ de hauteur et 17 centimètres de largeur; chacun d'eux est consolidé par une plaque de 19 milli-

(1) B. L. R. *Breech loading, rifled*, rayé, se chargeant par la culasse.

Digitized by Google

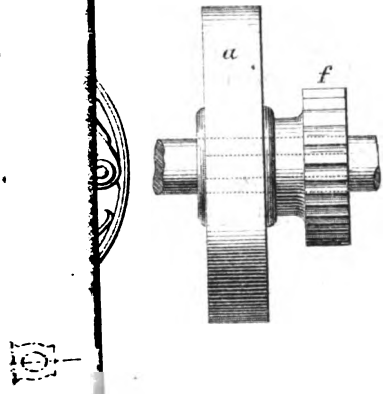
mètres rivée le long de l'aile inférieure et une plaque de 38 millimètres rivée le long de l'âme ; les entretoises et la traverse-support pour la cheville ouvrière sont aussi en fer à double T.

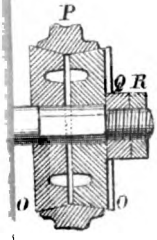
Le châssis est supporté par six roulettes de 76 centimètres de diamètre ; les roulettes du milieu sont en avant du pivot et à la même distance de celui-ci que les roulettes de derrière. Des appareils de pointage en direction sont appliqués aux roulettes gauches de devant et de derrière, comme dans le châssis de 7^{po} ; mais il est possible de désembrayer l'appareil de derrière lorsque, le canon étant à la position de tir, on veut employer uniquement celui de devant pour le pointage. A cet effet, on a ajouté une manette à la roue dentée qui commande le pignon engrenant avec la roue d'angle de la roulette.

Dans l'appareil qui sert à mouvoir l'élévateur à la main, la roue dentée peut tourner autour de l'arbre du frein ; dans son intérieur sont deux dents-de-loup avec ressorts, pouvant agir sur une roue à rochet calée sur l'arbre ; pendant le recul, les dents-de-loup n'agissent pas ; mais, si l'on suppose que l'élévateur ne se soit pas abaissé suffisamment, en faisant tourner la roue dentée à l'aide du levier et de son pignon moteur, on poussera les dents-de-loup contre la roue à rochet et l'on amènera l'élévateur à sa position. Dans le cas où l'élévateur n'aurait pas monté suffisamment, les dents-de-loup ne peuvent pas servir à terminer son mouvement d'ascension ; on réunit alors la roue dentée à la roue à rochet à l'aide d'une clavette munie d'une poignée ; il faut, avant l'ascension de la pièce ou avant le tir, veiller à ce que la clavette soit enlevée.

Pour élever le projectile au moyen d'une chaîne, dans l'opération du chargement, un petit treuil est placé en dedans, du côté gauche du châssis ; sur l'extrémité de son tourillon qui déborde le châssis est montée une roue dentée que l'on fait tourner à l'aide d'un pignon et d'un volant-manivelle.

Digitized by Google





Digitized by Google

Digitized by Google

Sous le milieu du châssis est fixé un support qui reçoit le chariot de chargement (1), lorsque celui-ci apporte les projectiles.

Les armements sont supportés entre les côtés du châssis vers l'arrière. Un tampon de choc, avec plaques de caoutchouc, est placé sous la deuxième entretoise du châssis pour recevoir l'élévateur dans le cas où il remonterait trop brusquement.

Le plancher de chargement est semblable à celui du châssis de 7po ; mais sa partie centrale est mobile autour de charnières, afin de permettre le passage du projectile lorsqu'on l'enlève du chariot amené au-dessous d'elle.

Données numériques.

DÉSIGNATION.	TYPE.	POIDS.			HAUTEUR de l'axe des tourillons à la position		HAUTEUR du parapet.
		(2) Affût.	Élévateur.	Châssis.	de tir.	de chargement.	
		kil.	kil.	kil.	mèt.	met.	mèt.
7po et 7 tonnes M. L. R (18c). .	I	1780	15080	5740	3,85	2,16	3,00
Id. . .	II	»	11700	8050	3,75	1,73	3,35
7po et 82 cwt B. L. R	II	»	9115	4230	3,20	1,56	»
64 liv. et 53 cwt M. L. R. ( ) .	II	»	8200	3835	3,18	1,46	2,85
9po et 12 tonnes M. L. R. (23) .	II	»	27120	13635	4,27	2,12	3,80

Traduit par J. Priou,
Capitaine d'artillerie.

(1) Chariot en tôle avec guides pour les ailettes du projectile, de sorte que celui-ci se trouve placé, au-dessous de la bouche de la pièce, dans la position convenable pour la charge. Le chariot est muni de deux roulettes de 50 centimètres de diamètre, montées sur un essieu courbe et d'une poignée en forme de T.

(2) Le premier système est le seul qui possède un affût proprement dit ; dans le second système, la pièce repose directement sur l'élévateur.

Digitized by Google

EXERCICES PRATIQUES

DE

L'ARTILLERIE DE FORTERESSE

EN RUSSIE [1].

I. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

La comparaison des effets obtenus par l'artillerie française dans la défense de Strasbourg et dans celle de Belfort, le témoignage même du colonel Denfert, gouverneur de cette dernière place, ainsi que celui d'un grand nombre d'artilleurs prussiens qui ont pris une part active aux siéges de la guerre de 1870-1871, prouvent qu'une des principales causes de la mauvaise défense de la plupart des forteresses françaises résidait dans le manque absolu d'officiers et de troupes d'artillerie exercés à leur métier. La préparation de bons artilleurs de forteresse est chose particulièrement difficile et doit être par suite, en temps de paix, l'objet de l'attention spéciale des chefs de l'armée.

L'artillerie de forteresse sert à l'attaque ou à la défense des places; ses exercices pratiques doivent donc comprendre :

L'instruction militaire générale et l'enseignement des dispositions particulières au matériel de l'artillerie;

Le tir des canons de siége et de place;

L'exécution des opérations accessoires et des travaux

[1] Chapitre extrait d'un manuscrit présenté par le lieutenant-général Forsmann et le colonel Chklarévitch au concours ouvert, en 1873, sur la question de *l'organisation et l'emploi de l'artillerie de forteresse*, et couronné par une commission spéciale d'officiers d'artillerie et du génie. Ce travail vient d'être publié par le *Journal d'artillerie russe*.

Digitized by Google

d'armement tant des ouvrages de fortification que des batteries de siége;

La construction de ces batteries de siége ou de contre-approches;

La préparation des artifices;

Le tir des fusils d'infanterie et de rempart;

Les manœuvres de forteresse et les travaux de polygone.

En outre, *le jeu de la guerre de forteresse* est un moyen d'instruction des plus utiles pour les officiers d'artillerie.

On voit donc que ces exercices pratiques doivent être extrêmement variés; pour en obtenir de bons résultats, il est indispensable de se conformer aux règles suivantes :

1° Il faut tendre constamment à simplifier le plus possible l'instruction, surtout pour les degrés inférieurs de la hiérarchie. On y arrivera d'abord par la division du travail, et, en second lieu, par la stricte réglementation des devoirs des officiers, sous-officiers, pointeurs, artificiers et simples soldats;

2° Tout le temps qui peut être consacré aux exercices pratiques doit être réparti entre les différents genres d'instruction, suivant leur importance; le point capital est le tir des bouches à feu et tout le reste acquiert de l'importance en raison de l'influence exercée sur le tir;

3° Dans le but de simplifier le plus possible l'instruction des canonniers, on désigne, en Allemagne, à chaque compagnie, pour l'année entière, un des calibres des canons de siége et de place (9c, 12c, 15c long, 15c court); les recrues de l'année ne sont exercées qu'avec ce canon-là, et seuls les soldats qui restent plus d'un an sous les drapeaux, sont familiarisés avec les autres calibres. Dans les écoles à feu, la compagnie tire principalement les pièces du calibre qui lui a été assigné pour l'année, et qui changera, d'ailleurs, l'année suivante. Au dire des officiers prussiens, les résultats obtenus par cette mé-

Digitized by Google

thode ont été excellents, tant au point de vue de la solidité que de la rapidité de l'instruction [1];

4° Sur chacun des exercices pratiques devraient être publiés des règlements, des instructions et des manuels qui seraient mis à hauteur des progrès de la science et qui recevraient des améliorations et des simplifications continuelles.

II. — DE LA PRATIQUE DU TIR DES CANONS DE SIÉGE ET DE PLACE.

On trouvera d'utiles renseignements à ce sujet dans le règlement sur les exercices pratiques de l'artillerie de forteresse, préparé en 1874 par une commission spéciale [2], et dans le manuel de tir du colonel Chklarévitch.

Pour obtenir de bons résultats dans les écoles à feu, il faut que les cadres et les canonniers aient reçu d'abord une instruction préparatoire suffisante, tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique.

Canonniers. — Leur instruction préparatoire comprend : la manœuvre des canons, l'emploi de la hausse et des règles directrices, le montage, le démontage et l'entretien des mécanismes de culasse, la mise en place de la fusée à temps et la préparation pour le tir de la fusée percutante.

Pendant les écoles à feu, on leur enseignera les principaux phénomènes qui se produisent dans le tir, les effets des gaz de la poudre sur la bouche à feu et sur le mécanisme de culasse (recul, soubresaut, encrassement de l'âme et du mécanisme, circonstances qui peuvent influer sur le fonctionnement de la fermeture, etc.); on attirera leur attention sur les effets des différentes sortes de projectiles et on s'efforcera de leur montrer l'application pratique dans le tir de toutes les notions qui ont fait l'objet de l'instruction préparatoire.

Pointeurs. — Ils devront, avant les écoles à feu, exécuter

---

(1) Voir les *Jahresberichte über die Veränderungen und Fortschritte im Militair-Wesen* du colonel Löbel, année 1875, p. 396.

(2) Voir *Revue d'artillerie*, t. VIII, mai 1876, p. 165.

Digitized by Google

exactement et vite toutes les prescriptions relatives au pointage des bouches à feu; ils devront connaître l'usage du quart de cercle, la manière d'ajuster les obturateurs, et, en général, les moyens de remédier aux causes qui empêcheraient le bon fonctionnement du mécanisme de culasse.

Pendant le tir, ils apprendront à observer les coups et à faire les corrections nécessaires.

Sous-officiers. — Leur instruction préparatoire doit leur permettre de diriger le tir d'une bouche à feu; ils devront posséder les notions nécessaires aux pointeurs et, en outre, savoir se servir des tables de tir et rectifier les hausses ou les dérives d'après l'observation des coups.

Ils peuvent être appelés, dans la défense d'une place, à commander une batterie; on leur apprendra donc, aux écoles à feu, à diriger eux-mêmes le tir de quelques canons, à choisir le mode de pointage qui convient aux circonstances, à résoudre les questions relatives au but à battre, à la conduite du tir, à l'ouverture et à la cessation du feu, etc.

Officiers. — Ils devront savoir d'avance tout ce qu'on exige des sous-officiers et, en outre, pouvoir résoudre exactement et vite, au moyen du manuel et des tables, toutes les questions relatives au tir.

Pendant les écoles à feu, ils s'efforceront de se perfectionner dans la conduite du tir, dont tout le secret est de savoir observer les coups et de déduire des observations les corrections exactes.

IV. — CONSTRUCTION DES BATTERIES DE SIÈGE ET DE CONTRE-APPROCHES [1].

D'après les règlements en vigueur, les travaux de construction sont, en temps de guerre, répartis comme il suit:

Les sapeurs construisent toutes les batteries, avec leurs

[1] Le paragraphe III du texte russe, intitulé *Travaux accessoires*, se contente de renvoyer le lecteur à des instructions, manuels et articles spéciaux.

Digitized by Google

magasins à poudre, blindages, traverses, etc., et préparent tous les matériaux qui servent à réparer ces ouvages.

Les canonniers n'ont à faire que les menus arrangements et les appropriations ; par exemple, la construction des dépôts de gargousses et de projectiles, des rigoles pour le défilement des servants, etc. Les fortes réparations, telles que le relèvement d'une traverse bouleversée de fond en comble, sont exécutées par des détachements d'infanterie sous la conduite de cadres du génie.

Bien que, par suite, l'artillerie de forteresse n'ait pas dans ses attributions, en temps de guerre, la construction des batteries, des magasins à poudre, blindages, traverses, etc., elle n'en doit pas moins être exercée à ces travaux en temps de paix ; c'est le meilleur moyen d'apprendre à exécuter les réparations qui lui incombent dans les siéges.

V. — PRÉPARATION DES ARTIFICES.

La bonne préparation des artifices qui servent au tir a une influence capitale sur les effets obtenus ; il faut donc apporter une grande attention à cette branche de l'instruction de l'artillerie de forteresse. Mais il n'est ni possible, ni nécessaire que tous les cadres inférieurs soient également au courant des travaux de pyrotechnie. Voici, à notre avis, ce que doivent savoir les différents gradés :

L'officier dirigeant la salle d'artifices et le chef artificier doivent connaître parfaitement ces questions tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique.

Les officiers et les sous-chefs artificiers doivent être assez forts en pyrotechnie pour apprécier la qualité des artifices employés dans le tir.

Les artificiers en pied doivent être assez forts, au point de vue pratique, pour être instructeurs des recrues sous la direction du chef artificier.

Les élèves artificiers sont nécessaires pour pourvoir au remplacement des artificiers en pied et pour exécuter,

Digitized by Google

dans les places, en temps de paix, tous les travaux de pyrotechnie. Leur degré d'instruction dépend surtout du temps dont on a pu disposer, et varie essentiellement suivant les besoins.

Les simples soldats doivent savoir exécuter les travaux d'artifices très-simples, comme : coudre les sachets, préparer les gargousses, nettoyer les projectiles avant l'emplombage, les peindre, etc.

Le meilleur guide à ce sujet est le « Manuel pratique de pyrotechnie militaire, avec les règlements spéciaux pour l'artillerie de place, de siége, de campagne et de montagne », autographié à l'École d'artillerie.

VI. — TIR A LA CIBLE DES FUSILS D'INFANTERIE ET DE REMPART.

Depuis l'organisation de 1876, les artilleurs de forteresse sont exercés au tir du fusil d'infanterie, bien que ce ne soit pas leur armement normal; il est indispensable, en outre, de leur faire tirer le fusil de rempart, modèle 1876.

Il serait bon d'imiter l'artillerie à pied allemande qui, ayant reçu des fusils presque aussitôt après la guerre de 1870-1871, fut instruite dans ce genre de tir par des officiers et des sous-officiers d'infanterie.

Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que le canon est l'arme essentielle de l'artillerie. On n'exercera donc au tir du fusil de rempart que les plus habiles tireurs avec le fusil ordinaire; il suffira, dans une place, d'avoir, par fusil de rempart, deux hommes sachant bien s'en servir.

VII. — DES MANŒUVRES DE FORTERESSE ET DES EXERCICES SUR LES POLYGONES D'ARTILLERIE.

Les manœuvres de forteresse sont encore plus indispensables pour l'artillerie et l'infanterie de place que les grandes manœuvres pour les troupes de campagne; ces dernières manœuvres se passent, en effet, dans des loca-

Digitized by Google

lités où il n'arrivera probablement pas à l'armée de combattre, tandis que les troupes de forteresse, tenant garnison dans les places mêmes qu'elles doivent défendre, s'exercent sur le terrain où elles sont appelées à rencontrer l'ennemi.

Jusqu'à présent, les manœuvres de forteresse ne sont pas entrées dans le programme annuel des exercices pratiques, à cause des cadres restreints de l'artillerie de forteresse ; le personnel était si peu nombreux que le service de garde et l'entretien du matériel absorbaient tout le temps des hommes, qui ne pouvaient être instruits dans leur métier de canonniers. Lorsque la réorganisation décrétée en 1876 sera terminée, le personnel sera notablement augmenté et il n'est pas douteux que les manœuvres de forteresse ne deviennent alors un des exercices pratiques annuels.

En Prusse, ces manœuvres existent de longue date, et, depuis la guerre de 1870-1871, on y a apporté un redoublement d'attention.

D'après l'ouvrage déjà cité du colonel Löbel : « L'artillerie à pied allemande a retiré un énorme avantage du développement donné depuis si longtemps aux manœuvres de forteresse. Lorsque chaque compagnie a exécuté des exercices préparatoires sur le terrain pour les officiers et les sous-officiers, les bataillons se divisent en deux parties : l'un attaque et l'autre défend la place forte où l'artillerie tient garnison. Ces exercices durent 14 jours et ont pour but de donner aux troupes des notions précises sur la guerre de siége, de même que les manœuvres d'automne les initient à la guerre en rase campagne. Les dépenses qui sont faites, tant en argent qu'en matériel, permettent de donner à ces exercices un caractère essentiellement pratique et de les rendre éminemment utiles pour la préparation à la guerre des troupes de forteresse. »

L'attaque et la défense simulées d'une place ne diffèrent

Digitized by Google

des manœuvres de forteresse que par la plus grande étendue donnée aux travaux; en outre, on profite d'un siége simulé pour faire des expériences sur des questions intéressant l'artillerie et le génie.

Aussi a-t-on fait de temps en temps quelques simulacres de siége: en 1843 à Novogeorgiesk, en 1844 à Bobrouïsk, en 1845 à Narva et à Zamosc, et en 1847 à Dünabourg. Dans ces exercices, les parallèles, les approches et les batteries étaient représentées par des jalons, à cause de la difficulté reconnue d'exécuter des travaux de siége autour des forteresses d'État; malgré cela et quoique le tir ne pût être fait qu'à blanc, il ressort cependant des rapports relatifs à ces exercices, que ces simulacres de siége ont été d'une grande utilité.

Depuis 1861, on a établi différents polygones d'artillerie où, chaque année, les troupes d'artillerie de forteresse des places les plus voisines prennent part à tous les travaux d'instruction. Dans les polygones communs à l'artillerie et au génie, on construit les parallèles, les approches et les batteries, et l'on tire aux charges de guerre contre ces ouvrages ou contre une portion d'enceinte. On ne peut douter que ces détachements, dans les polygones d'instruction, ne soient d'un grand profit pour les officiers au point de vue de la préparation à la guerre de place. Il est vrai qu'avec le faible effectif de l'artillerie de forteresse, ces détachements apportent une grande gêne dans le service; mais cet inconvénient sera bien atténué lorsque les nouvelles prescriptions seront complétement en vigueur.

Les travaux de polygone s'exécutent dans des conditions tout autres que celles d'un siége et présentent surtout cet inconvénient grave de ne pas donner lieu à des expériences sur la destruction des escarpes maçonnées. Un ouvrage qu'on construirait spécialement en vue de pareils essais ne remplirait pas le but, car les effets du tir sont tout différents, suivant que la maçonnerie est ancienne ou fraîche.

Digitized by Google

Aussi il serait bien utile d'exécuter, au moins de temps en temps, des simulacres de siége complétés par le tir en brèche contre des escarpes de construction solide. On pourrait pour cela se servir des places déclassées, comme Zamosc et Narva, ou des ouvrages à remanier dans les forteresses; le but est même assez important pour qu'on y sacrifie, au besoin, des ouvrages intacts.

En Prusse, ces exercices se font régulièrement tous les trois ans, et la guerre de 1870-1871 a clairement montré le profit que l'artillerie allemande avait tiré des simulacres de siége de Neisse en 1865, et de Coblentz en 1868. Après une interruption de 5 ans, le simulacre de siége de Graudenz, en 1873, a permis d'étudier presque toutes les phases de l'attaque et de la défense d'une place et de faire des expériences complètes sur la destruction des maçonneries.

A Coblentz, en 1875, on n'a reproduit que les phases de l'attaque et de la défense du terrain qui entoure au loin la forteresse.

VIII. — DU JEU DE LA GUERRE DE FORTERESSE.

Ce jeu est un excellent moyen de préparer les officiers d'artillerie à leur service dans l'attaque et la défense des places, et il leur offre plusieurs avantages.

Il donne aux officiers, mieux que la simple lecture des relations des siéges anciens, une notion précise du rôle de l'artillerie, soit dans l'attaque, soit dans la défense. Chaque joueur devient réellement acteur dans l'attaque ou la défense d'une place; il modifie sa marche suivant les faits et gestes de son adversaire, il se rend exactement compte des raisons qui déterminent à agir d'une façon et non d'une autre, enfin les fautes commises influent sur le sort de la partie.

Les officiers sont obligés dans ce jeu, les uns à déterminer les moyens nécessaires pour entreprendre le siége

Digitized by Google

d'une place connue, les autres à étudier tous les préparatifs de la mise en état de défense.

Comme, avant chaque coup, le joueur doit exposer à l'arbitre le plan détaillé de ce qu'il compte faire, il faut d'abord préciser les dispositions et les travaux qui précéderont la mise en œuvre des bouches à feu dans les batteries de siége ou sur les remparts, et en second lieu faire le compte d'hommes et d'heures qu'exigera chacune de ces opérations.

Ce jeu fait comprendre à quel point, dans l'attaque comme dans la défense, les travaux de l'artillerie et ceux du génie dépendent les uns des autres.

Les personnes auxquelles ce jeu n'est pas familier, devront commencer en prenant pour thème un siége qui a été réellement exécuté, celui de Strasbourg, par exemple. Elles pourront ainsi comparer les opérations fictives à celles réellement faites sur le terrain par l'armée de siége et la garnison, et arriveront à acquérir l'habitude de la marche régulière du jeu.

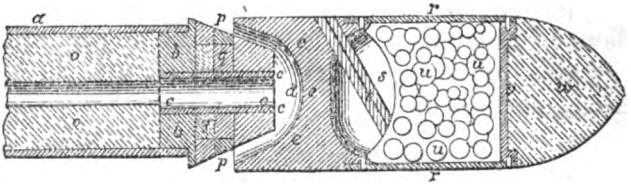
Traduit et résumé par A. Méert,
Capitaine d'artillerie.

Digitized by Google

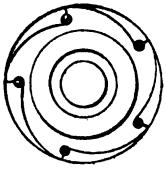
RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Angleterre : Perfectionnement des fusées de guerre. — Dans une conférence lue à la *Royal United service Institution* de Londres, le commandant de la marine royale, J. Cole, a exposé les perfectionnements apportés par M. Macdonald à la fusée de guerre système *Hale* (1), qui est encore en service en Angleterre, dans l'armée de terre comme dans la marine.

Le tube *a* de la nouvelle fusée est en acier Whitworth,



d'une très-grande solidité; à l'extrémité qui porte le projectile est soudé un collier, *b*, au centre duquel est vissé un conduit en fer forgé *c*, désigné sous le nom de *cheminée;* ce conduit relie la tête au corps de la fusée et sert au passage des gaz qui vont s'échapper par les évents supérieurs. La tête est pourvue d'une cavité, *d*, qui communique avec l'extérieur par 5 canaux dirigés vers l'arrière; leurs évents sont, comme ceux de la fusée Hale, munis de rebords demi-cylindriques; les gaz, en s'échappant, viennent réagir contre leur partie concave et impriment ainsi un mouvement



(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. I, p. 364.

Digitized by Google

de rotation à la fusée. L'extrémité inférieure du tube est fermée par un disque percé également de 5 évents correspondant à ceux de la tête et munis de rebords semblables aux précédents. Cette disposition a l'avantage d'assurer le mouvement de rotation de la tête de la fusée en même temps que celui de l'arrière. On remédie ainsi aux déviations considérables de la fusée Hale, qui proviennent principalement de ce que la base seule reçoit le mouvement de rotation, et de ce que le centre de gravité du système en étant assez éloigné, la tête décrit des spires très-grandes et très-irrégulières, tant que la vitesse de rotation n'est pas suffisante, ce qui n'arrive guère qu'au tiers du parcours.

La composition fusante est formée de 70 parties de salpêtre, 16 de soufre et 23 de charbon; elle est tassée dans le tube *a* à une pression de 90 tonnes; puis elle est forée dans toute sa longueur au même diamètre que la *cheminée c*. La surface d'inflammation est ainsi beaucoup plus considérable que dans la fusée Hale, et la vitesse croît bien plus rapidement au départ.

La tête porte à son extrémité antérieure, en avant de la cavité *d*, un projectile, soit un obus, soit un shrapnel, avec une charge explosible qui s'enflamme au moyen de fusées à percussion ou à temps.

Cette fusée, ainsi perfectionnée, paraît devoir donner des résultats très-supérieurs à ceux obtenus jusqu'à présent avec les fusées de guerre des autres systèmes. Cinq fusées de 12, lancées sous l'angle de 8° $\frac{1}{4}$, ont eu une portée moyenne de 1 870 mètres, avec une déviation latérale de $2^{m},74$ seulement; tandis que la fusée Hale, du même calibre, n'a qu'une portée de 1 200 mètres sous le même angle, avec une déviation latérale de 34 mètres.

Le commandant Cole, après avoir fait ressortir les avantages qu'on pourrait retirer de cet engin, conclut en demandant que des fusées de ce modèle soient mises en

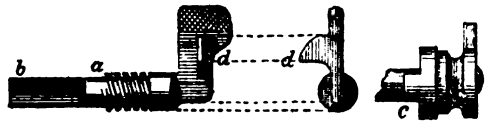
Digitized by Google

essai et que des expériences plus complètes viennent contrôler les résultats obtenus par M. Macdonald.

Allemagne : Perfectionnement proposé pour le fusil allemand modèle 1871 (¹). — M. F. de Dreyse, conseiller à Sommerda, a proposé quelques modifications du mécanisme de culasse du fusil modèle 1871, qui doivent faire disparaître l'usure de certaines parties, les ratés et les accidents provenant des crachements par l'arrière.

Le principal perfectionnement est celui du système de sûreté. Dans le fusil modèle 1871, le système de sûreté est maintenu par une goupille horizontale qui traverse le chien et s'engage dans une gorge pratiquée sur la tige; pour le retirer, il faut donc enlever cette goupille, opération absolument interdite au soldat; de plus, cette gorge circulaire affaiblit naturellement la tige et compromet sa solidité. Pour enrayer le mécanisme, on tourne la partie pleine de la tige, de façon à l'engager dans l'échancrure correspondante du cylindre de fermeture; les surfaces arrondies de la tige et de l'échancrure glissant l'une sur l'autre, le chien se trouve ramené en arrière et n'appuie plus sur la tête de gâchette; seulement, dans ce mouvement de rotation, ces surfaces inclinées ne sont en contact que par une arête; aussi, elles s'usent rapidement et le chien appuie encore sur la tête de gâchette, quand il est enrayé.

D'après les propositions de M. de Dreyse, la tige *a*



du système de sûreté serait renforcée et filetée sur une

(¹) Voir *Revue d'artillerie*, t. IV, p. 528, et t. X, p. 403.

Digitized by Google

partie de sa longueur. Cette vis à filets épais s'engagerait dans le chien, qui serait taraudé ; de plus, la partie antérieure, au lieu d'être arrondie, se terminerait à angle droit.

Le démontage du système de sûreté est, dès lors, très-facile, puisqu'il suffit de dévisser la tige, ce que tout soldat peut faire. De plus, les filets de vis de la tige supportant tout l'effort dans le mouvement de rotation et leur surface d'appui étant plus considérable, l'usure sera bien moins rapide.

Cette modification fait encore disparaître un autre inconvénient du fusil modèle 1871 : quand les douilles des cartouches viennent à se fendre, les gaz de la poudre, en s'échappant, peuvent rejeter le percuteur en arrière, tout en laissant le chien immobile ; le bouton-écrou qui est vissé sur le percuteur, participant à son recul, son ergot *c* peut sortir de la rainure correspondante du chien. Pour éviter cet accident, dans le nouveau système, la crête de la tige de sûreté est munie d'un ergot, *d*, qui s'engage dans une entaille du bouton-écrou, lorsque le chien est à l'armé. Le percuteur et le chien sont ainsi solidement réunis et ne peuvent plus se séparer lorsque le coup part ; ce qui diminue les chances de ratés et empêche l'ergot du bouton-écrou de se dégager, et ce dernier de se dévisser.

Ces perfectionnements très-simples pourraient être exécutés à peu de frais et feraient disparaître les principaux défauts du fusil modèle 1871.

(Extrait des *Neue Militärische Blätter*.)

Expériences faites en Prusse avec le télémètre Berdan. — Ce télémètre a été décrit dans le numéro d'octobre 1877, de la *Revue d'artillerie*, d'après un article de l'*Engineer*. Le modèle expérimenté en Prusse est un peu différent de celui dont on a déjà parlé, mais le principe géométrique et la disposition générale sont les mêmes.

L'appareil consiste extérieurement en une caisse mo-

Digitized by Google

bile, longue de 4 mètres, large de $1^m,52$ et de $0^m,30$ de hauteur environ, que l'on transporte sur une autre caisse montée sur 4 roues.

Des expériences faites à Mariendorf, près de Berlin, le 8 mars dernier, en présence des délégués et attachés militaires des grandes puissances, il résulterait que la rapidité de mise en position et de mesure est très-grande, puisque l'ensemble de ces deux opérations n'exige que 15 à 20 secondes; malgré un temps affreux, les mesures auraient atteint une précision extrême. A 1573 mètres, il n'y aurait eu aucune différence entre la mesure exacte et la mesure télémétrique; à 2194 mètres, il n'y aurait eu qu'un mètre d'erreur.

Les dernières expériences, faites le 19 mars, avaient pour but d'éprouver la solidité de l'instrument et de mesurer la distance d'objets en mouvement. On choisit un but à 1640 mètres, et on fit franchir six fois un fossé à l'instrument attelé à quatre chevaux. Le télémètre soutint parfaitement l'épreuve, car, malgré toutes ces secousses, il aurait indiqué, paraît-il, une distance de 1640 à 1641 mètres : différentes personnes mesurèrent alors la distance à laquelle se trouvait un officier monté faisant manœuvrer une compagnie, l'instrument donna de 1550 à 1560 mètres; on prit ensuite la distance à laquelle étaient les hommes, et l'instrument indiqua de 1570 à 1580 mètres.

(*Allgemeine militär Zeitung* et *National Zeitung*.)

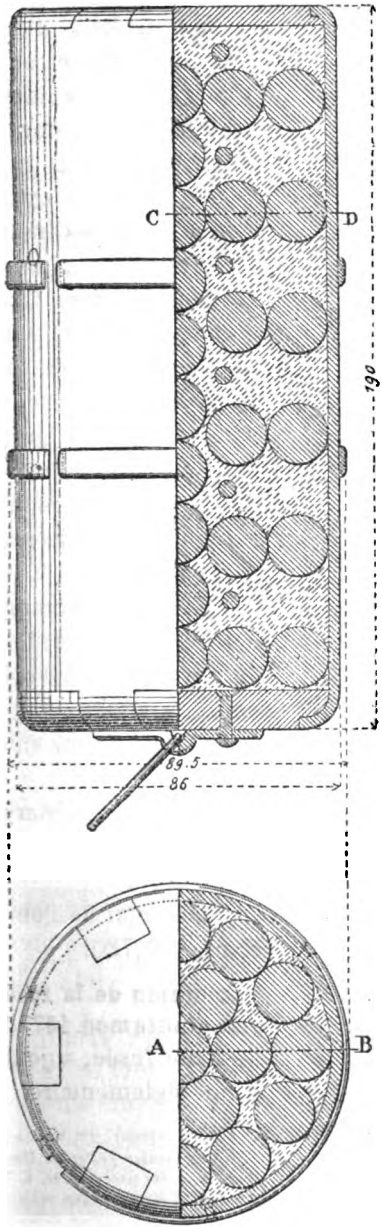
Artillerie italienne : Adoption d'une boîte à mitraille de 9e ARC (chargement par la culasse) (fig. A). — L'enveloppe est en zinc laminé; elle porte sur sa surface deux bandelettes également en zinc laminé, fixées à l'aide de rivets.

Le fond et le couvercle sont en zinc coulé; le fond est muni d'une poignée en fil de fer.

Cette boîte renferme 226 balles sphériques en plomb

Digitized by Google

Fig. A.



durci de 16^{mm},3 de diamètre; les vides sont remplis par de la colophane que l'on y a coulée une fois les balles en place. Le poids total de la boîte à mitraille est de 7^{k},125.

Cartouche pour canon de 9^{c} ARC (se chargeant par la culasse). — Le sachet est en bourre de soie.

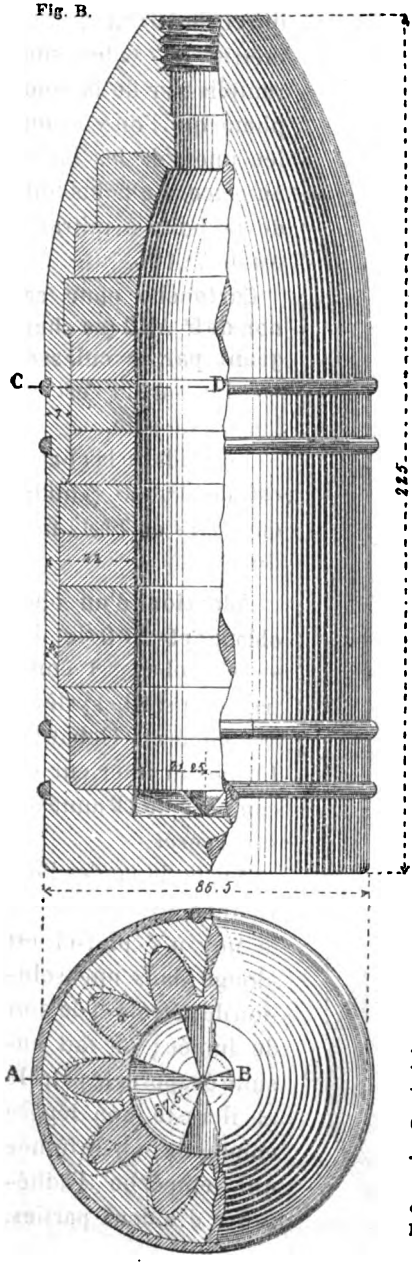
Le poids de la charge est de 1^{k},450 (poudre en grains de 7 à 11 millimètres.)

Adoption d'un obus oblong de 9^{c} ARC (fig. B). — Cet obus est construit d'après le système du général Uchatius. Le noyau intérieur est composé de 12 anneaux superposés.

Avant de couler l'enveloppe extérieure sur le noyau, celui-ci est plongé dans une solution de pétrole et de noir de fumée; on fait ensuite évaporer le pétrole et il reste une légère couche de noir de fumée qui empêche l'adhérence des deux parties.

Digitized by Google

Fig. B.



Le fond du vide intérieur, au lieu d'être plan, est conique; on y a ménagé quatre sillons destinés à faciliter la rupture du culot.

Sur la partie cylindrique du projectile sont fixés deux couples de cordons de cuivre. Chaque cordon porte à une de ses extrémités une saillie que l'on enfonce dans une alvéole pratiquée au fond de la rainure; l'autre extrémité est soudée à l'étain contre la première.

L'intervalle compris entre les deux cordons de cuivre du même couple est graissé.

Poids de l'obus vide, $6^k,440$.

Poids de la charge intérieure (poudre à fusil), $0^k,200$.

Poids total de l'obus chargé, $6^k,730$.

Adoption de la fusée percutante mod. 1877 (1). — Cette fusée, aujourd'hui réglementaire, a

(1) *Expériences faites en Italie avec des fusées percutantes*, t. X, p. 548.

Digitized by Google

déjà été décrite dans l'article relatif aux expériences exécutées en Italie sur des fusées percutantes. Elle n'est, comme on a déjà eu l'occasion de le dire, qu'une transformation de la fusée percutante modèle 1873; aucune modification importante n'a été apportée au dernier modèle expérimenté par la commission, et qui est représenté par les figures 32 et 33 de la planche XIV du tome X.

Suppression des perriers de 5c BL et du matériel y afférent. — Les perriers de 5c BL ne répondant plus aux exigences actuelles de la défense des places et ne pouvant être employés à un autre usage, ont été réformés.

(Extraits du *Giornale d'artiglieria e genio*, partie réglementaire.)

Espagne : Nouveau matériel d'artillerie. — Le gouvernement espagnol s'est adressé à l'usine Krupp pour la fabrication de ses nouvelles bouches à feu de campagne. Les régiments d'artillerie de position, qui doivent être armés de canons Krupp de 9c (1), recevront sous peu tout leur matériel. Quant aux autres régiments d'artillerie de campagne, ils conserveront leur matériel actuel, jusqu'à ce qu'on se soit décidé pour l'adoption des pièces Krupp ou des canons Armstrong de 7c,5.

On doit recevoir bientôt une batterie de chacun de ces types et, après des essais suffisants pour élucider quelques questions de détail, on prendra une décision définitive. Du reste, grâce au développement considérable qu'ont pris les manufactures de Séville et de Trubia, une grande partie du matériel, détruit dans la dernière guerre civile, a pu être remis en état. (*Esercito.*)

Artillerie russe : Projets de boulets massifs de 9pe en acier et en fonte trempée, à tête plate et à tête ogivale. — On n'a employé jusqu'ici, en Russie, que des projectiles creux pour le tir contre les cuirasses, bien qu'on se

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XI, février 1878 p. 422.

Digitized by Google

soit refusé à y placer des charges d'éclatement. Comme d'ailleurs la France était le seul pays où l'on préconisât les boulets massifs, le Comité voulait exécuter avec des obus les expériences sur le tir oblique contre les plaques de blindage; mais sur l'ordre de l'adjoint au grand-maître de l'artillerie, il a dû présenter également des projets de boulets massifs.

Tous les projectiles d'expérience du calibre de 9^{po} (228^{mm},6) doivent avoir le même poids; la longueur des boulets massifs est donc moindre de 1^{po},1 (28 millimètres) pour ceux en fonte trempée, et de 2^{po},2 (56 millimètres) pour ceux en acier; cette réduction porte exclusivement sur la partie cylindrique. Pour annuler l'effet du vide qui restera derrière ces projectiles, on devra donc employer de plus fortes charges avec les boulets massifs, à moins qu'on ne remplisse ce vide avec des tampons de bois.

Le Comité est d'avis de terminer le plus tôt possible les expériences sur les boulets massifs et surtout sur les boulets d'acier; si les essais permettent d'adopter ces projectiles, on aura peut-être trouvé ainsi le moyen de surmonter les difficultés techniques que rencontrent les usines, pour satisfaire aux conditions imposées dans la fabrication des obus creux en acier bon marché. Le Comité propose donc de mettre en commande sans retard, 10 boulets de chacun des types qu'il a présentés, soit 400 en tout.

On tirera, en attendant, les obus creux qui, en vue de ces expériences, ont déjà été fabriqués : 1° en acier martelé; 2° en acier fondu non martelé; 3° en fonte trempée, moitié à tête plate, moitié à tête ogivale.

La cible se composera de plaques de fer, de 7^{po} (178 millimètres) d'épaisseur, fixées sur un matelas en sapin. Pour percer une pareille muraille, il faut à un projectile de 9^{po}, en acier de bonne qualité, à tête ogivale, une vitesse au choc de 950 pieds (289^{m},5) à la seconde.

Pour simplifier les expériences et écarter les difficultés dans l'installation de la bouche à feu, on ne tirera que

Digitized by Google

sous l'angle de 25° à partir de la normale, à la distance de 100 mètres environ. On commencera par les projectiles à tête ogivale qui risquent moins de se briser. On ramènera tous les projectiles au poids des boulets massifs d'acier, et l'on cherchera la vitesse minima nécessaire pour que chacune des sortes de projectiles à tête ogivale traverse la muraille en des points présentant, autant que possible, la même résistance. On se réglera pour cela sur ce fait que l'obus ogival de 9po, en acier de bonne qualité, traverserait la plaque sous l'angle indiqué, avec une vitesse au choc de 1 050 pieds (320 mètres) à la seconde.

Suivant les résultats du tir, le Comité verra s'il y a lieu d'exécuter les mêmes expériences avec les obus à tête plate, et réglera le programme des essais.

Les propositions du Comité ont été approuvées.

(Extrait du *Journal d'artillerie russe*, janvier 1878.)

État des forces danoises sur terre et sur mer. — Avant la guerre de 1864, l'armée danoise avait, sur le pied de paix, un effectif total de 22 698 hommes, dont 16 652 dans l'infanterie, 3 598 dans la cavalerie, et 2 448 dans l'artillerie, avec 96 pièces de campagne.

Lorsque, au mois de novembre 1863, le Danemark, menacé d'une guerre avec la Prusse, fut obligé de mobiliser ses forces, les 22 bataillons de ligne qui, avec le bataillon de la garde, constituaient toute l'infanterie du royaume, se doublèrent et formèrent 22 régiments d'infanterie à 2 bataillons ; les 25 escadrons de cavalerie, dont 1 de gardes du corps, furent renforcés de 12 escadrons nouveaux (2 par régiment), et les 2 régiments d'artillerie, qui comprenaient chacun 6 batteries de 8 pièces, organisèrent encore quelques batteries de réserve ; on eut ainsi un effectif total de 56 000 hommes à peine.

La nouvelle organisation du 6 juillet 1867, en rendant le service obligatoire pour tous, sans remplacement ni substitution, met l'armée danoise sur un pied à peu près équivalent.

Digitized by Google

La durée du service est de 16 ans, à dater de l'âge de 22 ans, 4 ans dans l'armée permanente, 4 ans dans la réserve et 8 ans dans le *renfort*.

La présence effective sous les drapeaux est aussi courte que possible; elle est de 6 mois consécutifs environ pour l'infanterie et de 9 mois et demi pour la cavalerie (du 25 avril au 25 octobre en général); un tiers seulement du contingent reste 15 mois, afin de former l'armée permanente pendant la saison d'hiver; puis, pendant les autres années dues au service, les hommes sont rappelés pendant 2 ou 4 semaines par an, de manière à avoir encore 4 mois de présence effective dans les corps.

Tous les officiers sortent de l'École des officiers, qui se recrute exclusivement parmi les sous-officiers; ils sont classés en trois catégories, d'après les examens de sortie : ceux de la première sont nommés lieutenants en 2e; ceux de la seconde passent lieutenants en 1er dès qu'une vacance se produit; ceux de la troisième entrent dans l'état-major, dans l'artillerie ou dans le corps des ingénieurs. Les sous-officiers sont recrutés parmi les élèves de l'École des sous-officiers et parmi les sous-caporaux ayant 2 ans de service.

Chaque année, pendant la saison d'hiver, un grand nombre de sous-officiers et de jeunes officiers sont envoyés aux écoles de Copenhague pour y compléter leur instruction théorique et pratique; des officiers et des sous-officiers de chaque bataillon sont détachés à l'école de tir de Copenhague pendant une période de 6 mois, et servent ensuite d'instructeurs de tir.

En 1871, on a également créé, pour l'artillerie, une école de tir où les officiers et sous-officiers de cette arme sont exercés pendant 2 ou 3 ans à la manœuvre et au tir de toutes les pièces, y compris celles de côte.

Avec l'organisation actuelle, l'armée danoise comprend :

Infanterie. — Sur le pied de paix, 1 bataillon de gardes du corps et 20 bataillons de ligne; sur le pied de guerre, cet

Digitized by Google

effectif s'augmente de 10 bataillons de *réserve*, 10 bataillons de *renfort* et un bataillon de renfort de la garde; tous ces bataillons sont à 4 compagnies et ont 857 hommes.

Cavalerie. — Sur le pied de paix, 5 régiments à 2 escadrons (1 de hussards et 4 de dragons); sur le pied de guerre, chaque régiment forme 1 escadron de réserve et un escadron de dépôt; chaque escadron est de 120 hommes.

Artillerie. — Sur le pied de paix, 2 régiments d'artillerie de campagne (le 1er à 6 batteries montées et le 2e à 3); 2 bataillons d'artillerie à pied (le 1er à 4 compagnies, le 2e à 2 compagnies); dans chaque régiment de campagne il y a une section du train et dans chaque bataillon une section d'arsenal.

Sur le pied de guerre, 3 batteries de réserve viennent s'ajouter à ces 9 batteries montées (2 fournies par le 1er régiment et 1 par le 2e); ces batteries ont chacune 8 pièces, 180 hommes et 126 chevaux; les sections du train constituent les colonnes de munitions.

Le 1er bataillon d'artillerie à pied forme 2 compagnies de renfort et le 2e une, ce qui donne environ 4 000 hommes pour l'artillerie à pied; les 2 sections d'arsenal fournissent une compagnie d'ouvriers et une compagnie d'artificiers; en outre, Copenhague et Bornholm ont chacune 2 compagnies d'artillerie de milice.

Génie. — Sur le pied de paix, 1 section de torpilles et un bataillon du génie à 4 compagnies, 2 de pionniers, 1 de pontonniers, 1 de télégraphes et de chemins de fer.

Sur le pied de guerre, ce bataillon est porté à 9 compagnies et comprend 4 compagnies de pionniers, 2 de pontonniers, 1 de télégraphes, 1 de chemins de fer et 1 compagnie de torpilles; en outre, il est créé 1 bataillon de réserve à 4 compagnies d'ouvriers. La compagnie de pionniers comporte 90 hommes; les autres, 60.

Train. — En temps de paix, il n'y a que les 2 sections du train d'artillerie.

En temps de guerre, les trains nécessaires aux trans-

Digitized by Google

ports de l'armée sont créés de toutes pièces, avec leurs cadres ; ils comportent 1 500 hommes.

État-major général: — En temps de paix, il se compose de 1 général, chef d'état-major général, 4 colonels, 8 capitaines, 12 lieutenants en 1er et 17 sous-officiers.

En temps de guerre, on lui adjoint un escadron de *gardes*.

Le tableau suivant donne l'effectif de l'armée danoise au 1er septembre 1876, en y comprenant la *réserve*, le *renfort* et la milice de Bornholm.

ARMES.	ARMÉE PERMANENTE ET RÉSERVE.		RENFORT.		TOTAL.	
	Officiers	Troupes	Officiers	Troupes	Officiers	Troupes
État-major général. . .	25	25	—	—	25	21
Infanterie.	774	26 992	245	10 925	1 019	37 917
Cavalerie	128	2 180	—	—	128	2 180
Artillerie	145	4 755	41	2 068	186	6 823
Génie.	59	624	—	—	59	624
Totaux.	1 131	34 572	286	12 993	1 417	47 565

Places fortes. — Les fortifications sont dans un état très-défectueux; elles sont à peine appropriées à l'artillerie moderne de siége et de marine. La forteresse principale du royaume qui renferme tous les dépôts et les chantiers des armées de terre et de mer, est Copenhague. Cette place comprend : la citadelle, les anciens remparts, en partie détruits, de la vieille et de la nouvelle ville, les fortifications de la jetée et de Christianshaven et les forts de mer. Il n'y a point de forts détachés; quelques batteries de côte seulement ont été construites dans l'île Amager.

La citadelle et les fortifications de la ville, de la jetée et de Christianshaven, sont du tracé bastionné; elles sont complétement dégarnies de traverses et très-exposées au tir d'enfilade. Les fossés sont pleins d'eau, les escarpes sont en terre et ne sont recouvertes de maçonneries que

Digitized by Google

près des portes. Les forts de mer défendent la rade et l'entrée du port; le plus grand, *Tre Kroner*, est en forme de lunette; il a été construit, en 1713, sur une île au N.-E. de la citadelle, après le bombardement de la ville par la flotte anglaise, et peut servir de refuge aux plus grands canots et aux bateaux-torpilles; l'autre est le fort *Lynetten*, dont la face droite flanque le précédent.

Marine. — La marine danoise comprend 8 navires cuirassés, 12 navires non cuirassés (3 frégates, 3 corvettes et 6 schoners) et 3 vapeurs à roues, dont le yacht royal en fer, *Slesvig*, armé de 12 canons. Le tableau suivant fait connaître la composition actuelle de la flotte cuirassée :

	NAVIRES CUIRASSÉS.	DATE de leur achèvement.	FORCE NOMINALE en chevaux-vapeur.	ÉPAISSEUR de la cuirasse en millimètres.	ARMEMENT.	OBSERVATIONS.
Frégates.	*Peder Skram* . . .	1864	600	76	18 canons.	
	Danmark	1864	500	76	24 canons.	
	Danebrog	1864	400	»	16 canons.	
Vaisseaux.	*Rolf Krake* . . .	1863	235	114	3 canons de 60 livres	Avec 2 tourelles.
	Lindormen. . . .	1868	360	127	2 canons Armstrong de 12 tonnes 1/2.	Avec 1 coupole (syst. Coles).
	Gorm	1870	360	178	2 canons Armstrong de 18 tonnes.	Avec 1 coupole (syst. Coles).
	Odin.	1872	400	203	4 canons de 10po (19 tonnes).	Avec 1 tourelle et 1 éperon en acier.
	Helgoland	1878	750	250 (?	10 canons de gros calibre.	Avec éperon (encore en construct.).

Il y a, en outre, 6 chaloupes-canonnières à hélice, armées chacune d'une pièce, et 6 chaloupes-canonnières, dont 5 en fer, armées de 2 pièces et 1 en bois, armée de 1 pièce, qui n'ont pas de machine à vapeur et qui doivent servir sans doute de bateaux-torpilles.

(Extrait du *Militär-Wochenblatt.*)

Digitized by Google

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE.

François Français, professeur de mathématiques à l'École d'artillerie de La Fère, a fait, en l'an XIII, un travail fort important sur la balistique, intitulé : *Recherches sur le mouvement des projectiles dans les milieux résistants.*

Ce travail, très-remarqué autrefois et constituant l'un des plus grands progrès dans la science balistique, n'a jamais été imprimé.

Le manuscrit avait été déposé à la bibliothèque de l'École d'application de l'artillerie et du génie à Metz, et le gouvernement allemand l'a enlevé, en 1870, avec toute la bibliothèque.

Nous sommes heureux d'annoncer que M. le Général Didion, qui en avait pris une copie, vient de la déposer aux archives du Dépôt central de l'artillerie.

C'est la seule qui existe en France aujourd'hui, et, grâce au Général Didion, l'œuvre considérable de Français nous est conservée, ce qui est d'autant plus important que Français a coopéré aux premières études sur le *calcul des dérivations* et qu'il a été l'heureux continuateur d'Euler, Lambert, Borda, Besout, Tempelhoff et Legendre.

Il y a un intérêt spécial à ce que l'ouvrage de Français puisse être consulté par ceux qui s'occupent de balistique, parce qu'une partie du traité de balistique du Général Didion [1] est fondée sur les formules trouvées par l'ancien professeur de La Fère, et que le Général n'avait pu en développer la théorie dans son traité.

[1] Sect. V, art. 134 et page 234 (2e édition, 1860).

Le Gérant : Ch. Norberg.

Digitized by Google

RÉSUMÉ DES OPÉRATIONS

DE L'ARTILLERIE ALLEMANDE

PENDANT LE SIÉGE DE BELFORT

en 1870-1871.

D'après l'ouvrage : *Die Belagerung von Belfort im Jahre 1870-1871*, von A. CASTENHOLZ, Hauptmann à l. s. des Rheinischen Fuss-Artillerie-Regiments N° 8, commandirt zum Kriegs-Ministerium. — Berlin, Vossische Buchhandlung. 1878 (1).

[*Fin*] (2).

Prise de Pérouse (*nuit du* 20 *au* 21 *janvier*). — L'énergique bombardement de Pérouse, dans la journée du 20 janvier, avait été considéré, avec raison, par l'assiégé, comme la préparation d'une attaque de vive force qu'il allait subir de ce côté; aussi, avait-il renforcé cette position, mis en état de défense les issues du village ainsi que les bois environnants, et amené la batterie de sortie derrière un épaulement préparé près des carrières au N. de Pérouse.

Du côté de l'assiégeant, on mit sur pied, pour l'attaque, quatre bataillons et une compagnie de pionniers, qui furent divisés en deux colonnes.

Dans la colonne de gauche, un bataillon et la compagnie de pionniers devaient s'avancer de la voie ferrée en avant du Bosmont contre les lisières S. et E. du Haut-

(1) Après une interruption de dix-huit mois, la publication de l'historique du siége de Belfort, par les soins de l'Inspection générale de l'artillerie prussienne, est enfin arrivée à son terme : la quatrième et dernière partie vient de paraître à Berlin. L'ouvrage complet comprend 748 pages de texte et 9 planches.

(2) Voir *Revue d'artillerie*, tome IX, octobre et novembre 1876, p. 43 et 147. Pour les positions des batteries de siége, se reporter au plan donné dans le même volume de la *Revue* (pl. III).

Digitized by Google

Taillis, en chasser les défenseurs et se reformer au N. du bois, en face de Pérouse. Le 2e bataillon de cette colonne avait ordre de prendre position au S. du Haut-Taillis, de servir de soutien au bataillon de première ligne, et, aussitôt que celui-ci se serait rendu maître du bois, d'en occuper les lisières N. et O.

Une heure après, la colonne de droite, partant de Bessoncourt, devait s'engager dans un sentier traversant le Bois-sur-Merveaux au N. de la route de Bâle, contourner et prendre à revers les retranchements de l'assiégé, puis faire une démonstration contre le front N.-E. du village. Aussitôt qu'il aurait entendu la fusillade de cette dernière attaque, le bataillon posté en avant du Haut-Taillis devait s'élancer avec les pionniers contre Pérouse, s'en emparer et s'y retrancher.

L'attaque commença à minuit, et le bois du Taillis fut emporté sans trop de pertes; mais une fusillade extrêmement vive partit bientôt du S. du village contre la lisière du bois, en même temps que les forts lancèrent des obus dans toutes les directions, mais plus particulièrement contre Chèvremont et Bessoncourt. A une heure un quart, la colonne d'attaque de droite entrait en action; accueillie à 400 mètres du Bois-sur-Merveaux par un feu de mousqueterie, elle ne pénétra qu'à grand'peine dans le bois, à travers des obstacles nombreux, levées de terre, abatis, réseau de fils de fer; dans le bois des Fourches, les difficultés furent plus grandes encore, et un vif combat s'engagea devant deux petits ouvrages en terre assez fortement occupés. Lorsqu'ils furent enfin maîtres du bois, entre 2 heures et demie et 3 heures, les tirailleurs essayèrent, mais en vain, d'en déboucher pour s'élancer contre Pérouse.

Pendant ce temps, la colonne de gauche avait assailli de son côté, mais avec plus de succès, le village, dont la partie S. tomba entre ses mains; ce ne fut pas toutefois sans pertes. La colonne de gauche reçut sur ces entre-

Digitized by Google

faites l'ordre de se retirer sur Bessoncourt. A cinq heures du matin, l'assiégé évacua complétement Pérouse, qui fut occupé par l'assaillant, auquel ce succès coûtait 8 officiers et 174 hommes. Les défenseurs avaient perdu 5 officiers et 100 hommes.

Pérouse et Danjoutin allaient former maintenant les deux points d'appui de l'attaque en règle contre les Perches.

Construction de la première parallèle (21-22 *janvier*). — Le 21, à 9 heures du matin, les batteries 22, 23, 24 et 25, situées en avant du Grand-Bois et dont la construction avait commencé le surlendemain de la prise de Danjoutin, ouvrirent enfin leur feu; elles avaient pour objectif principal le Château, en deuxième ligne les forts de la Justice et de la Miotte qui menaçaient l'aile droite des attaques du génie, et celui de Bellevue qui en menaçait l'aile gauche; enfin, comme mission accessoire, participation au bombardement de la ville. Elles devaient attirer sur elles l'attention de la place, de manière à faciliter l'ouverture de la première parallèle, qui avait été fixée à la nuit suivante.

Dans le même but, la batterie 12 reçut l'ordre de canonner plus vivement les Basses-Perches, et les batteries 13 et 14 les Hautes-Perches. La place ne répondit presque point à leur feu.

A la tombée de la nuit commença la construction de la première parallèle, à laquelle prirent part 1 900 hommes d'infanterie et 4 compagnies de pionniers, couverts par 2 bataillons; 3 autres bataillons avaient leurs avant-postes à Danjoutin, sur le Bosmont et dans Pérouse. Le travail dans le terrain gelé et pierreux fut très-pénible, mais ne fut point troublé par l'assiégé; au point du jour, certaines portions de la parallèle et des communications étaient encore inachevées; elles ne furent terminées que les nuits suivantes.

La parallèle s'étendait sur une longueur de 1 900 mè-

Digitized by Google

tres environ, entre le chemin de fer près de Danjoutin et la route de Vézelois à Pérouse, et passait à 600 mètres de la redoute des Basses-Perches et à 900 mètres de celle des Hautes-Perches.

La garde de tranchée était formée de 4 bataillons, relevés toutes les 24 heures, indépendamment d'un bataillon fournissant les travailleurs et relevé après 12 heures de travail de jour.

Un ordre du commandant de l'artillerie régla, le 22 janvier, la consommation journalière des bouches à feu : les batteries nos 7, 11 à 19, 22 à 25, ayant 54 pièces en action, devaient tirer, par 24 heures, 1 600 projectiles environ, dont moitié la nuit (2/3 pour la batterie 13 tirant contre les Perches et 1/4 seulement pour les batteries 22, 23 et 24, tirant contre le Château, la Justice et la Miotte); de ces 1 600 projectiles, 40 p. 100 seulement étaient destinés aux redoutes des Perches, 15 p. 100 au Château, 12 p. 100 à la Justice, 7 p. 100 à Bellevue et à la Scierie; le reste à la ville, au faubourg du Fourneau et aux autres ouvrages. Les batteries devaient tirer en outre des shrapnels quand les circonstances l'exigeraient.

Le 23 janvier, on reconnut au S. de Pérouse, dans le bois de la Perche, des emplacements pour l'installation de 3 nouvelles batteries de 4 canons de 15c chacune, qui devaient être construites par l'artillerie bavaroise, à 900 mètres de l'aile droite de la première parallèle, à 500 mètres des Hautes-Perches et à peu près à la même altitude que cet ouvrage. Elles devaient agir directement contre la Justice et le front E. du Château et en enfiler le front S.

Pendant les journées du 22 et du 23, le feu de la place fut très-modéré; les batteries de Danjoutin subirent cependant quelques pertes; les plus sensibles furent dues, dans les batteries 23 et 24, à l'éclatement de deux de leurs propres obus, qui tuèrent 6 hommes et en blessèrent autant.

Digitized by Google

Participation du corps de siége aux opérations du général de Werder. — Le 23 janvier, le général de Werder demanda au commandant du corps de siége d'appuyer le mouvement du XIVe corps au delà du Doubs par une pointe sur Blamont et Pont-de-Roide. Le général de Debschütz fut chargé de cette opération et se mit en marche, le 23 janvier au soir, avec 3 bataillons, 3 batteries et un escadron; avec 2 bataillons, il s'empara de Tulay où il fit 400 prisonniers; mais le 3e bataillon, envoyé vers Glay, y éprouva un échec et se retira sur Abbevilliers.

Le général de Debschütz renonça alors à pousser plus loin sur Blamont, occupé, disait-on, par 10 000 Français sous le général Bressoles, et fit également rétrograder sa colonne de droite, menacée sur son flanc gauche et très-fatiguée par sa marche de nuit dans la neige; il reprit ses anciennes positions, le 25 au matin, sur la ligne Croix-Exincourt.

Le 24 au soir, le général de Werder annonçait par télégramme que, d'après les renseignements qui lui étaient parvenus, les Français évacuaient Blamont et demandait au général de Tresckow de faire avancer de nouveau le général de Debschütz sur Blamont pour vérifier le fait. Le 25, le général de Debschütz, avec 6 compagnies, 4 pièces et 1 peloton de cavalerie, occupa Blamont vers 4 heures de l'après-midi, après une légère escarmouche, puis, sa mission accomplie, reprit dans la soirée ses anciens cantonnements.

Enfin le 26, sur la nouvelle qu'une deuxième armée de secours s'avançait de Pontarlier, il reçut encore une fois l'ordre d'occuper Blamont; le 27, il prit position entre Blamont et Pont-de-Roide avec 4 bataillons, 2 escadrons et 2 batteries.

Coup de main sur les Perches (26 *janvier*). — Pendant ce temps, le commandant du corps de siége avait pris la résolution de s'emparer de vive force des redoutes des Perches. Des officiers du génie avaient fait des reconnais-

Digitized by Google

sances dans les nuits du 23 et du 24 janvier, mais ils n'avaient pu arriver jusqu'à la gorge des ouvrages. D'après des documents trouvés à la direction du génie à Strasbourg, on croyait savoir que les redoutes avaient des épaulements de 4 mètres de hauteur sur autant d'épaisseur, avec des fossés de 3 mètres de largeur sur 4 de profondeur, et que les fossés de la gorge étaient défendus par des blockhaus.

L'attaque fut fixée au 26 janvier. Chacun des deux ouvrages devait être assailli par un bataillon d'infanterie, une compagnie de pionniers et un détachement de canonniers; 2 400 travailleurs les suivaient pour mettre les redoutes en état de défense et construire une tranchée les reliant entre elles. Ces travailleurs furent rassemblés dans la parallèle à 6 heures du soir; les colonnes d'assaut furent réunies, celle de gauche à Danjoutin, celle de droite près de la route de Vézelois à Pérouse, dans la tranchée du chemin de fer.

On ne chercha pas à préparer l'attaque en augmentant la vivacité du feu des batteries contre les Perches, afin de ne pas éveiller l'attention de la place; à 6 heures et demie, les batteries cessèrent de tirer dans cette direction, tandis que la batterie 12 balayait le terrain entre les Perches, le Château et la Justice. Le général de Tresckow se rendit, avec les commandants de l'artillerie et du génie, dans la batterie 18.

A 7 heures du soir, la colonne d'assaut de gauche s'élança hors de la parallèle. Deux compagnies, accompagnées de détachements de pionniers, devaient tourner chacune un des bastions des Basses-Perches et pénétrer dans l'ouvrage par la gorge, tandis que les deux autres compagnies, avec le reste des pionniers, l'attaqueraient de front. Ces dernières étaient arrivées jusqu'à moitié distance de la redoute lorsqu'elles reçurent les premiers coups de feu; quelques-uns des tirailleurs et des pionniers lancés en avant parvinrent jusqu'au fossé et y sautèrent, tandis

Digitized by Google

que le reste de la colonne s'arrêta à une cinquantaine de mètres de là, et se jeta par terre.

Les compagnies des ailes atteignirent la gorge de l'ouvrage, mais là elles trouvèrent un obstacle inattendu : la gorge était défendue par un fossé de 3 mètres de largeur et autant de profondeur avec une contrescarpe revêtue.

Les assaillants sautèrent résolûment dans le fossé, et essayèrent, mais vainement, d'escalader l'escarpe taillée dans le roc et haute de 3 mètres ; ils firent d'aussi inutiles efforts pour incendier le blockhaus qui défendait la gorge. Pendant ce temps, un bataillon français sortait du faubourg du Fourneau, refoulait sur les pentes roides de la rive droite de la Savoureuse un détachement des assaillants et arrivait par la droite sur le rebord du fossé de la gorge des Basses-Perches. Toute résistance était devenue impossible à ceux qui avaient sauté dans le fossé : ils durent se rendre. Le détachement qui se trouvait dans le fossé de gauche parvint à remonter la contrescarpe et à se retirer en partie sous une vive fusillade; 114 hommes purent ainsi s'échapper. L'attaque était manquée; les débris de la colonne furent réunis à Danjoutin.

L'attaque des Hautes-Perches eut une issue, sinon aussi malheureuse, du moins aussi vaine : la colonne d'assaut, divisée également en deux détachements, cherchait à tourner la redoute par la droite et par la gauche; elle eut à parcourir, sous un feu meurtrier, un terrain où étaient accumulées des défenses accessoires, et fut bientôt forcée à la retraite après des pertes sérieuses.

Cette tentative malheureuse contre les Perches coûtait à l'assiégeant 3 officiers et 120 hommes tués ou blessés, 6 officiers et 303 hommes disparus [1].

---

[1] 6 officiers et 219 hommes avaient été faits prisonniers. Internés à Belfort, dans un local où ils ne furent pas complétement à l'abri des projectiles allemands, ils firent une démarche auprès du commandant de la place pour obtenir qu'on leur donnât un refuge plus sûr ou qu'on les rendît à leur armée. Le colonel Denfert leur répondit qu'ils se trouvaient dans les mêmes conditions que tout le reste de la population, exposée depuis plus longtemps qu'eux au bombardement, mais qu'il serait disposé à les rendre, si le commandant du corps de siége consentait à laisser sortir

Digitized by Google

Dans la nuit du 26 au 27, on recevait un télégramme du grand quartier général, insistant sur l'importance qu'il y avait, au point de vue politique, d'être le plus tôt possible maître de Belfort, et autorisant le commandant du corps de siége, pour hâter la capitulation, à accorder des conditions plus douces qu'à Sedan, au besoin la sortie de la garnison avec tous les honneurs de la guerre. Il fut répondu qu'après l'échec grave qu'on venait de subir devant les Perches, il fallait en revenir à un siége en règle qui, en raison de la nature du terrain, exigerait au moins 15 jours; on réclamait en même temps quelques compagnies de pionniers en plus.

Continuation de l'attaque en règle. — La consommation des diverses bouches à feu et leurs objectifs furent encore une fois modifiés; les batteries 7, 11 à 19, 21 à 25, durent tirer en 24 heures 1700 projectiles, dont 750 environ la nuit; mais en réalité la consommation n'atteignit jamais le chiffre fixé, car, dans les 6 batteries qui étaient en activité depuis un certain temps, on ne pouvait que rarement utiliser toutes les pièces composant leur armement.

Dans la nuit du 27 au 28, les pionniers creusèrent un cheminement de 260 mètres sur les Hautes-Perches. La construction des batteries, commencée le 24 par l'artillerie bavaroise dans le bois des Perches, au N.-E. de la redoute fut provisoirement interrompue, les travailleurs n'y étant point en sécurité. Le 28 au soir, on mit en place, dans la batterie 21, deux mortiers rayés qui ouvrirent leur feu au matin contre le Château.

Le 29 au soir, on apprit la capitulation de Paris et la conclusion d'un armistice de trois semaines, mais, peu de

---

de Belfort les femmes, les enfants et les vieillards. Les prisonniers adressèrent alors une lettre dans ce sens au général de Tresckow, qui leur opposa une fin de non-recevoir dans un langage très-dur : « *Il dépendait de vous de vous faire prendre ou non. Ayant pris le premier parti, subissez-en les conséquences.* » Paroles bien sévères pour des hommes qui s'étaient très-vaillamment conduits dans la téméraire entreprise où on les avait assez légèrement engagés.

Digitized by Google

temps après, un télégramme privé annonçait que l'armistice ne s'appliquait pas à Belfort. A la même époque, un télégramme du général de Werder demandait que toutes les forces disponibles fussent dirigées le plus promptement possible sur Pontarlier; le général de Debschütz dut en conséquence se porter dans le S., et il ne resta plus à la disposition du commandant du corps de siége que 20 bataillons.

De nouvelles batteries furent construites, nos 26 et 28, chacune pour 4 mortiers de 27c, aux ailes de la 1re parallèle; puis n° 27, pour 4 canons de 12c, dans le bois du Taillis, afin de prendre à revers le flanc droit de la redoute des Hautes-Perches, dont le feu gênait beaucoup les travailleurs des tranchées; un canon de 12e fut ajouté aux quatre pièces de ce calibre déjà en position dans la batterie 25, pour prendre à revers le flanc gauche des Basses-Perches et balayer les communications avec la ville.

La batterie 15, ayant épuisé son approvisionnement de bombes, dut cesser son feu, et la batterie 10, qui ne tirait plus depuis le 19, fut désarmée le 30 au soir.

Construction de la 2e parallèle. — Dans la nuit du 30 au 31 janvier fut commencée la 2e parallèle sur une longueur de 225 mètres à l'aile droite, et de 480 mètres à l'aile gauche, les deux portions restant séparées par un espace de 420 mètres. Le travail fut exécuté à la sape volante, sans être beaucoup inquiété par le tir de la place.

La batterie 26, située en arrière du remblai du chemin de fer, à l'aile gauche de la 1re parallèle, dirigea le feu de ses quatre mortiers de 28c, le 31 janvier, contre les Basses-Perches, dont elle était distante de 675 mètres. On désarma la batterie 11 dans la soirée, et l'on résolut de construire une nouvelle batterie de bombardement, pour 4 pièces de 12c, entre la batterie 25 et le bois de Bavilliers, à l'O. du chemin de fer, puis deux autres batteries, l'une pour 4 mortiers et l'autre pour 4 canons de 12c sur la route de Pérouse à Bessoncourt, dans un remblai four-

Digitized by Google

nissant aux batteries un épaulement naturel; on espérait ainsi éparpiller les feux de la Justice qui inquiétaient continuellement le village de Pérouse, les emplacements des batteries à l'E. des Hautes-Perches et les communications.

Dans la nuit du 31 janvier au 1er février, on acheva la 2e parallèle et l'on amorça les cheminements en avant sur une longueur de 150 mètres ; le travail fut vigoureusement poussé dans la journée du 1er, les feux d'artillerie concentrés sur les Perches ne laissant à l'assiégé que peu de répit. On n'était plus à ce moment qu'à 200 ou 300 mètres des redoutes.

Les batteries 27 et 28 ouvrirent leur feu, dans la journée du 1er, contre les Hautes-Perches (à 1 000 et 1 300 mètres). La batterie 28 (artillerie badoise) ne put entretenir son feu que peu de jours, ayant reçu, le 6 février, un approvisionnement de bombes bavaroises de 60 livres, trop grosses pour les mortiers badois de même dénomination.

Dans la nuit du 1er au 2 février, on construisit deux nouvelles batteries pour mortiers légers, aux extrémités de la 2e parallèle, batterie 29, pour 8 mortiers de 7 livres (15c) tirant contre les Hautes-Perches, batterie 30, pour 4 mortiers du même calibre contre les Basses-Perches. Cette dernière batterie seule fut prête à faire feu le 2 février; la batterie 29 ne le fut que le 3.

La batterie 15 fut désarmée le 1er février.

Entrée de l'armée du général Bourbaki en Suisse. — Le 1er février au soir, on apprit par un télégramme que l'armée du général Bourbaki entrait en Suisse, et le 2 février, au matin, un télégramme du général de Werder prescrivait de rappeler sur Belfort tous les détachements qui avaient été envoyés dans le S. pour appuyer les mouvements du général de Manteuffel. Dans la même matinée, la nouvelle de l'entrée en Suisse de l'armée de Bourbaki était officiellement confirmée par un télégramme de l'empereur.

Digitized by Google

Continuation des travaux d'attaque jusqu'au fossé des redoutes des Perches. — Le 1er au soir, les batteries 12, 13, 14, 16, 17, 18, 25 et 27, cessèrent leur feu contre les Perches pour ne pas entraver les progrès des têtes de sape contre les redoutes. Le clair de lune fut très-gênant pour les opérations ; on tenta vainement, vers 9 heures et demie, d'avancer à la sape volante, et vers minuit on dut recourir au gabion farci. Le travail fut toujours assez pénible, le roc se montrant à une petite profondeur, particulièrement à l'aile gauche.

Le 2 au matin, les travailleurs furent fortement inquiétés par des feux de bombes et de mitraille partis des redoutes.

Dans cette même journée, les batteries 13 et 16 furent désarmées, la batterie 14 prit comme objectif unique la Justice, et la batterie 17 reçut l'ordre de régler son tir de manière à balayer l'espace entre les deux redoutes. Pendant la nuit, une pièce de cette batterie devait rester dirigée sur les Basses-Perches, et une de la batterie 18 contre les Hautes-Perches, mais elles ne devaient tirer que sur l'ordre de l'officier supérieur de jour. Deux pièces de la batterie 12 et la 5e pièce de la batterie 25 devaient battre le terrain en arrière des Perches.

Dans la nuit du 2 au 3, on construisit, à l'E. de Pérouse, les batteries dont il a été question plus haut et qui reçurent les numéros 31 et 32.

A cette période des opérations, l'état sanitaire du corps de siége devint très-mauvais ; la fièvre typhoïde et la dyssenterie augmentèrent dans une forte proportion.

Le 3 février, 4 nouvelles batteries ouvrirent leur feu, 29, 31, 32 et 33. Dans la nuit du 3 au 4, on prépara une batterie (30a) pour 4 mortiers de 7 livres (15c), dans la 2e parallèle ; cette construction présenta certaines difficultés, le dégel ayant rempli d'eau toutes les tranchées. Les trois batteries de mortiers légers, 29, 30 et 30a, ne produisirent en somme que des effets médiocres, ce qui

Digitized by Google

parut dû à la mauvaise qualité des fusées; beaucoup de bombes éclatèrent sur la branche ascendante de leur trajectoire et furent plus meurtrières pour les travailleurs des tranchées que pour la garnison des redoutes; un plus grand nombre encore n'éclatèrent point du tout (1).

Les batteries 31 et 32 tirèrent contre la Justice, à 1 600 mètres; mais dans la journée du 3, la place ayant réglé son tir fit particulièrement souffrir la batterie 32, dont 2 pièces furent démontées. L'attention de l'assiégé étant tournée au S. vers ces batteries, on put armer, sans être inquiété, les batteries du bois de la Perche, qui prirent les numéros 37, 38 et 39.

Le tir des batteries 26, 28, 29 et 30 fut réglé de manière que chaque pièce tirât 50 coups en 24 heures. Pour renforcer leur feu, on prépara un emplacement (n° 34) dans la 1re parallèle pour 2 canons de 9c tirant contre les embrasures des redoutes des Perches; ces pièces furent mises en place dans la nuit du 3 au 4. Dans la journée du 4, on installa 2 autres canons de 9c (batterie n° 35) dans les communications de gauche, entre la 1re et la 2e parallèle.

Dès les premiers jours de février, le bruit de la capitulation de Paris avait pénétré dans Belfort, et le colonel Denfert demanda au général de Tresckow d'autoriser un officier français à traverser les lignes prussiennes et à se renseigner sur les derniers événements passés en France : cette demande fut accordée et le capitaine Châtel fut envoyé à Bâle.

Le colonel Denfert résolut à ce moment d'abandonner les redoutes des Perches, où le transport des munitions et des vivres ne pouvait plus s'effectuer qu'avec d'extrêmes difficultés depuis la fin de janvier; il ne pensait plus être en état de repousser une nouvelle attaque de vive force,

(1) Après la reddition de la place, on retrouva, entre les deux redoutes et sur le terrain en arrière, plus de 2 000 bombes de 15c n'ayant pas éclaté, c'est-à-dire plus de 50 p. 100 des bombes tirées.

Digitized by Google

et le 3 février il donna l'ordre de commencer l'évacuation du matériel; le 5, les pièces furent enlevées et il ne resta plus dans chaque redoute qu'une compagnie qui avait ordre de se retirer en cas d'attaque.

L'assiégeant n'eut point connaissance de cette évacuation; il crut au contraire qu'on renforçait la garnison. Dans la nuit du 5 au 6, les travaux d'approche de gauche, contre les Basses-Perches, furent poussés jusque tout près du fossé. Le 6 au soir, la batterie 34 fut agrandie et reçut 2 mortiers de 25 livres (23c) destinés à tirer contre les Hautes-Perches, lorsque la batterie 28 aurait interrompu son feu pour ne pas atteindre les travailleurs.

Pour augmenter l'intensité du feu contre le Château, déjà même avant la prise des redoutes, on prépara, dans la 2e parallèle, deux nouvelles batteries pour mortiers lourds, n° 40 pour 4 mortiers de 27c, n° 41 pour 6 mortiers de 60 livres (30c).

Dans la même nuit, on prépara, à l'aile gauche de la 2e parallèle, un emplacement (n° 36) pour une pièce de 9c destinée à tirer contre Bellevue. La construction des batteries 37 à 39 avait été reprise le 2, après l'ouverture du feu des batteries 31 et 32, et put être continuée alors de jour; ces batteries ne furent prêtes cependant que le 9 au matin. Le 7, on commença la construction d'une nouvelle batterie de 4 canons de 15c, en arrière et à droite des batteries 37-39; elle ne fut terminée que le 13 et reçut le numéro 53. Les travaux de sape furent d'une exécution très-pénible; les tranchées étaient envahies par les eaux; des pluies torrentielles avaient rendu les communications impraticables. L'état sanitaire des troupes empirait; la plupart des bataillons étaient réduits à des effectifs de 500 hommes et même moins.

Occupation des Perches (8 *février*). — Le 8 février, vers midi, la redoute des Hautes-Perches paraissant évacuée, une compagnie de grand'garde y pénétra; elle en prépara immédiatement la mise en état de défense contre un re-

Digitized by Google

tour de l'assiégé et assura les communications avec les tranchées. 4 mortiers de 7 livres de la batterie 29 y furent transportés; on put immédiatement ouvrir le feu avec l'un d'eux contre le terrain en arrière des Basses-Perches; avec deux autres mortiers on battit le glacis en avant du Château. L'intérieur de la redoute était complétement dévasté; on n'y trouva que 4 affûts démontés, 3 canons de 12 encloués et dégradés à la bouche, enfin, un mortier de gros calibre en bon état.

Jusque vers 3 heures, la place ne parut pas avoir connaissance de la perte de cette redoute; mais, à ce moment, le Château, la Justice et la Miotte dirigèrent contre elle un feu très-vif.

La nouvelle de l'occupation des Hautes-Perches étant arrivée aux attaques de gauche vers 2 heures, on tenta contre les Basses-Perches la même opération, qui fut également couronnée de succès; la faible garnison qui s'y tenait se retira sur le faubourg du Fourneau. On s'installa immédiatement dans l'ouvrage, où l'on ne tarda pas à être en butte aux feux du Château, du fort des Barres et de l'enceinte. Les batteries 21 à 25, la batterie 33 et les batteries 17 et 18, tirant par-dessus les Perches, reçurent l'ordre de concentrer leurs feux sur le Château.

Dans l'intérieur de la redoute des Basses-Perches, on trouva une pièce de 12 rayée démontée, 3 pièces de 4 (dont 2 hors de service) et un mortier de 22^{c}; dans les magasins, il ne restait ni poudre, ni cartouches. On transporta dans cet ouvrage les 4 mortiers de 7 livres de la batterie 30, qui tirèrent contre le faubourg du Fourneau toute la nuit suivante.

Pendant ce temps, la pièce de 9^{c} de la batterie 36 en fut retirée pour être placée dans un emplacement à l'O. des Basses-Perches (batterie 36_a); le transport s'exécuta avec difficulté sous le feu du fort de Bellevue; plus tard, on adjoignit à cette pièce une autre de même calibre enlevée à la batterie 35.

Digitized by Google

La prise de possession des deux ouvrages des Perches avait coûté à l'assiégeant 3 officiers et 49 tués ou blessés.

Pourparlers au sujet d'un armistice. — Le colonel Denfert ayant appris la conclusion d'un armistice pour le reste de la France, et la convocation d'une Assemblée nationale à Bordeaux pour le 2 mars, fit demander, le 8 février, au général de Tresckow un armistice particulier pour Belfort, jusqu'au retour du capitaine Châtel envoyé à Bâle. Le capitaine Krafft, chargé par le colonel Denfert de régler éventuellement les conditions de l'armistice, se rencontra, dans la même journée, à Roppe avec le parlementaire allemand, capitaine de Schultzendorff. La demande d'armistice fut repoussée et ce refus confirmé au colonel Denfert, le lendemain, par une réponse écrite du général de Tresckow.

Ouverture du feu des batteries du bois de la Perche (37, 38 et 39). — Le 9, au matin, ces trois batteries ouvrirent leur feu avec 4 pièces contre la Justice et avec 8 contre le Château et la Miotte ; leurs effets furent écrasants pour l'artillerie de la place. Les batteries 17, 18 et 19 reçurent l'ordre de continuer leur feu contre le Château jusqu'au 10 au matin, puis de le cesser définitivement; les batteries 12, 14, 26, 28, 29, 30, 34 et 35 cessèrent également de tirer vers cette époque.

Les deux pièces de 9^{c} de la batterie 34 furent transportées, le 9, à la batterie 36, et celles de l'emplacement 36_a, à l'O. des Basses-Perches, furent amenées dans un emplacement qu'on leur prépara près des Hautes-Perches et qui prit le n° 34_a.

La batterie 40 fut terminée le 9 février et armée le soir de 2 mortiers de 27^{c} et de 2 de 22^{c} ; la batterie 41, qui devait recevoir 6 mortiers de 60 livres (30^{c}), ne fut terminée que le 10 et armée le 11 de 4 mortiers seulement; 2 mortiers étaient restés sur la route de Dannemarie à Moval.

Batteries de la 3e parallèle. — Après une reconnaissance faite sur les hauteurs des Perches, le colonel de Scheliha

Digitized by Google

se décida à installer dans cette région 10 nouvelles batteries, de 4 pièces chacune, qui devaient être établies dans la 3e parallèle. Celle-ci fut creusée dans la nuit du 9 au 10, sur une longueur de 675 mètres, les ailes appuyées aux deux redoutes. On fit immédiatement les préparatifs pour l'établissement de 7 des 10 batteries (1) en question; leurs emplacements avaient été reconnus dans la journée du 9, et leur construction commença le 10 au soir (batteries 43, 44, 47, 49, 51, 52; la batterie 45 fut commencée le 9).

Dans les journées des 10 et 11, cinq bataillons revinrent sous Belfort, ce qui porta à 29 le nombre des bataillons dont disposait le commandant du corps de siége; il est vrai que les effectifs étaient à peu près réduits de moitié par les maladies.

La ligne d'investissement comprenait : au N., 4 bataillons, depuis le Mont jusqu'au bois d'Arsot; à l'O., 3 bataillons, depuis le Mont jusqu'à la Savoureuse; au S. et à l'E., 6 bataillons, de Danjoutin jusque près de Vétrigne; une compagnie occupait Montbéliard et une autre Morteau. Un bataillon était employé à l'amélioration des routes et des chemins. Il ne restait donc disponible pour les travaux de siége proprement dits que 14 bataillons et demi. Le service des tranchées exigeait un bataillon de garde et un bataillon de travailleurs, plus 150 hommes dans chacune des redoutes des Perches; soit environ 3 bataillons relevés toutes les 12 heures, ou 6 bataillons par jour. Les besoins urgents de l'artillerie en auxiliaires pour la construction et l'armement des batteries imposaient un surcroît de fatigues aux troupes du corps de siége.

Le travail de construction des batteries de la 3e parallèle fut très-difficile, à cause de la nature du terrain; il fut exécuté sous un feu très-vif de la place, mais dirigé plutôt contre les redoutes des Perches que contre les batteries.

(1) Voir plus loin l'armemement et l'objectif de ces batteries.

Digitized by Google

Les batteries 48 et 50 furent commencées le 11 au soir, et la batterie 46 le 12.

On comptait ouvrir le feu avec toutes les batteries le 14 au matin; leur approvisionnement fut fixé à 80 coups par pièce.

Cessation du feu; armistice provisoire. — Le 12 février, après midi, le général de Tresckow avait reçu du comte de Moltke un télégramme l'autorisant à consentir à la sortie de la garnison de Belfort avec les honneurs de la guerre; il répondit immédiatement qu'il attendait un grand effet du feu qu'ouvriraient, le 14 au matin, les batteries de la 3e parallèle, et demandait 48 heures avant de soumettre ces propositions au gouverneur de la place. En attendant la réponse, il fit sommer ce dernier de rendre la forteresse; mais, dans l'intervalle, il reçut un télégramme de M. de Bismarck lui transmettant, pour être remis au colonel Denfert, l'ordre du gouvernement français de rendre la place. Le 13 au soir, la dépêche fut remise au parlementaire envoyé par le colonel Denfert; mais celui-ci, ne voulant pas s'en rapporter à une dépêche transmise par l'ennemi, demanda une suspension d'armes et l'envoi d'un de ses officiers à Bâle pour y attendre un télégramme officiel du gouvernement français. L'armistice fut conclu, et le capitaine Kraft partit le 13 au soir pour Bâle avec un officier allemand.

Reddition de la place. — Les capitaines Châtel et Kraft rentrèrent à Belfort le 15 février, et la convention relative à la reddition de la place fut signée le lendemain à Pérouse.

La garnison devait sortir librement avec tous les honneurs de la guerre. Le départ s'effectua en plusieurs colonnes le 17 et le 18.

On trouva dans la place une grande quantité de matériel de guerre; 341 (1) bouches à feu, dont 56 hors de service;

(1) 40 canons rayés de 24, 85 de 12 et 12 de 4; 47 canons lisses de 12, 52 de 12c, 20 obusiers de 22c, 17 de 16c et 4 de 15c; 3 mortiers de 54c, 12 de 27c, 14 de 22c, et 20 de 15c.

356 affûts, dont 115 détériorés; 21 000 fusils lisses; 24 000 projectiles oblongs, 125 000 projectiles sphériques, plus de 4 millions de cartouches de diverses espèces, 170 000 kil. de poudre à canon.

Pertes éprouvées par les assiégeants. — Les pertes du corps de siége, pendant toute la durée des opérations, furent les suivantes :

	TUÉS.		BLESSÉS.		DISPARUS.	
	Off.	Troupe.	Off.	Troupe.	Off.	Troupe.
Infanterie	10	274	51	1 119	4	296
Cavalerie.	»	2	1	3	»	»
Artillerie de campagne.	»	3	3	16	»	»
— de siége . . .	3	56	5	141	»	»
Pionniers	1	19	5	169	3	30
Total	14	354	65	1 348	7	326

en tout, 86 officiers et 2038 hommes, auxquels il faut ajouter environ 300 hommes qui succombèrent aux maladies dans les ambulances (1).

Matériel de siége mis hors de service. — Un petit nombre de bouches à feu seulement furent mises hors de service par le feu ennemi; un beaucoup plus grand nombre le furent par leur propre feu.

Mis hors de service par le feu de l'ennemi.

Parc prussien : 1 canon de 15c court, 2 de 12c, 5 affûts.
Parc bavarois : 1 canon de 12c, 3 affûts de 15c.
Parc badois : Néant.

Mis hors de service par leur propre tir.

Parc prussien : 16 canons de 15c, 7 de 15c courts, 21 de 12c, par suite d'érosions; 1 mortier de 27c et 2 de 22c par rupture ou déformation des tourillons.

(1) Les pertes des assiégés se montaient à 32 officiers et 4 700 hommes (environ 2 600 prisonniers ou déserteurs, 956 morts, 1 118 dans les ambulances, lors de la reddition).

Digitized by Google

Parc bavarois : 1 affût de 15c, 2 de mortiers.

Parc badois : 8 pièces de 12c, après un tir de 800 à 1 300 coups (érosions et fissures autour du grain de lumière).

Consommation de munitions par les batteries de siége (1). — Les rapports des parcs indiquent comme ayant été distribués aux batteries : 79 900 obus oblongs, 3 732 shrapnels et 16 547 bombes sphériques, en tout : 100 179 coups.

D'après les rapports des batteries, il aurait été tiré par les batteries de siége 98 552 coups, savoir : 58 341 par les batteries prussiennes et wurtembergeoises, 26 671 par les batteries bavaroises, et 13 540 par les batteries badoises. Ces nombres se décomposent ainsi, par espèce et calibre :

Obus de	15e	26 052	78 631	98 552
	24 français	7 421		
	12e	42 638		
	9e	1 356		
	21e	1 164		
Shrapnels de	15e	1 040	3 404	
	12e	2 087		
	9e	277		
Bombes de	27c françaises	6 320	16 517	
	22c françaises	470		
	60l (30c)	2 694		
	50l (28c)	1 638		
	25l (23c)	1 545		
	7l (15c)	3 820		

Pour le détail de la consommation de chaque batterie, voir plus loin le tableau qui fait connaître l'armement,

(1) La consommation de munitions de l'assiégé semble avoir été la suivante : environ 86 000 coups de canon ou de mortier (18 000 obus oblongs de 24, 30 000 de 12, 14 000 de 4, 4 000 boulets sphériques de 12 et de 16, 16 000 bombes de 22c, 27c et 32c, 4 000 obus sphériques de divers calibres, 200 boîtes à mitraille), 210 000 kilogr. de poudre et 1 800 000 cartouches pour fusils se chargeant par la culasse ; dans ce dernier nombre est compris l'approvisionnement emporté par la garnison.

Digitized by Google

l'objectif et la durée du feu des différentes batteries de siége construites devant Belfort.

D'après ce dernier relevé, la consommation totale serait légèrement différente de celle qui est indiquée ci-dessus, et comprendrait 77 924 obus oblongs, 3 593 shrapnels et 16 593 bombes, en tout 98 110 coups. Quoi qu'il en soit, ces nombres représentent environ 2 200 tonnes de fonte et de plomb lancées par l'artillerie pendant la durée du siége contre la ville et les divers ouvrages de Belfort.

P. Hüter,
Capitaine d'artillerie.

ANNEXES.

Les tableaux suivants donnent quelques détails, non sans intérêt, sur les effectifs du corps de siége à diverses époques, sur les mouvements des ambulances, sur les emplacements et la composition des parcs, sur les moyens de transport employés, enfin sur l'armement, l'objectif, la durée de la construction, celle du feu et la consommation de munitions des différentes batteries.

I. Effectif du corps de siége (1).

DATE.	COMBATTANTS (non compris les officiers ni les soldats du train).			RATIONS (2) journalières	
	Hommes d'infanterie	Chevaux de cavalerie.	Artillerie, nombre de pièces attelées.	de vivres.	de fourrage
21 novembre. . .	16 188	1 160	32	21 425	3 036
21 décembre . . .	18 646	709	24	26 198	3 704
1er janvier. . . .	26 825	918	36	35 430	4 187
11 janvier	14 511	586	18	21 659	3 454
21 janvier	24 156	965	30	32 555	4 591

(2) Nombre total, y compris les officiers.

(1) L'artillerie de forteresse comprenait au 1er décembre 12 compagnies, au 21 décembre 24 compagnies. Les compagnies de pionniers forteresse étaient au nombre de 5.

Digitized by Google

II. Situation des hôpitaux ou ambulances.

DATE.	PRÉSENTS DANS LES HÔPITAUX OU AMBULANCES.
18 novembre	1 475 dont 299 blessés.
3 décembre.	2 949 — 334 —
9 décembre.	2 193 — 384 —
30 —	3 216 — 412 —
6 janvier.	3 148 — 310 —
13 —	1 849 — 273 —
26 —	2 887 — 574 —

III. Emplacement des parcs de siége.

Parc prussien : Parc principal, du 19 au 29 novembre, provisoirement à La Chapelle. — Du 1er décembre au 1er janvier, à Châlonvillars. — A partir du 1er janvier, à Moval.

Parcs secondaires : — Banvillars, du 28 décembre au 11 février, et Châlonvillars du 8 au 22 janvier.

Parc bavarois : Le 18 décembre entre Rechotte et la route d'Eschène à Vézelois. — Le 12 février, nouveau parc à Frais.

Parc badois : A Charmois, depuis le 17 décembre.

Parcs secondaires près de Méroux et près de Vézelois.

IV. Composition des parcs de siége.

BOUCHES A FEU.

	CANONS RAYÉS DE				MORTIERS rayés de 21c	MORTIERS LISSES DE			CANONS rayés franç.		MORTIERS français.	
	15c longs.	15c courts	12c	9e		50 liv. ou 60	25 liv.	7 liv.	24 l.	24 c.	27c.	22c.
Parc prussien.												
	28 (1)	11	46 (2)	14	2	8 (3)	12 (3)	26 (3)	5	7	8	2
Parc bavarois.												
	28	»	8	»	»	8	»	»	»	»	»	»
Parc badois.												
	»	»	16	»	»	6	»	»	»	»	»	»
	56	11	70	14	2	22	12	26	5	7	8	2
	153					60			12		10	

En tout 165 bouches à feu rayées et 70 mortiers lisses.

(1) 4 canons de 15c se trouvaient à Dannemarie, au moment de la reddition de Belfort.
(2) 8 canons de 12e se trouvaient à Dannemarie, au moment de la reddition de Belfort.
(3) 1 mortiers de 50 liv., 8 de 25, 6 de 7, se trouvaient à Neuf-Brisach au moment de la reddition de Belfort.

Digitized by Google

V. Munitions amenées aux parcs.

1° Pour les bouches à feu prussiennes.

12 475	obus	de 15c	446	coups par	canon de	15c long.
1 710	shrapnels	de 15c	44	—	—	15c l. ou c.
3 745	obus allongés	de 15c	340	—	—	15c
25 738	obus oblongs	de 12c	560	—	—	12c
3 258	shrapnels	de 12c	71	—	—	9c
5 748	obus	de 9c	411	—	—	9c
1 000	shrapnels	de 9c	71	—	—	9c
100	boîtes à mitraille	de 9c	7	—	—	9c
1 261	obus allongés	de 21c	630	—	par mortier	de 21c
2 124	bombes	de 50 liv.	265	—	—	50 liv.
2 445	—	de 25 liv.	204	—	—	25 liv.
6 073	—	de 7 liv.	234	—	—	7 liv.
65 677						

2° Pour les bouches à feu françaises.

8 564	obus	de 24	714	par canon	de 24
6 409	bombes	de 27c	668	par mortier	de 27c
1 337	—	de 22c	801	—	de 22c
16 310					

3° Pour les bouches à feu bavaroises.

15 600	obus	de 15c	557	par canon	de 15c
13 600	—	de 12	1 700	—	de 12c
1 800	bombes	de 60 liv.	225	par mortier.	
31 000					

4° Pour les bouches à feu badoises

18 400	obus	de 12c	1 150	par canon	de 12c
2 200	bombes	de 60 liv.	366	par mortier	de 60 liv.
20 600					

Total des munitions arrivées jusqu'aux parcs : 133 587 coups (en moyenne 673 coups par pièce rayée et 320 par mortier lisse).

VI. Transport du matériel.

Parc prussien.

1° Par chemin de fer de Strasbourg à Mulhouse ou à Dannemarie et de là, par voie de terre, à Châlonvillars ou à Moval.

	PAR VOIE ferrée.	PAR VOIE DE terre.
	Nombre d'essieux.	Nombre d'attelages à 2 chev.
93 bouches à feu, plus les affûts, voitures et attirails correspondants.	172	277
Bois de plates-formes.	4	18
Munitions. { 86 553 coups jusqu'à Mulhouse ou Dannemarie.	932 environ.	»
Munitions. { 57 527 (1) de là jusqu'aux parcs. .	»	2 226 environ.

(1) 29 026 coups ne furent pas expédiés au delà de Dannemarie.

Digitized by Google

2° Par voie de terre, de Neuf-Brisach à La Chapelle ou Châlonvillars, et de là à Moval.

		NOMBRE d'attelages à 2 chevaux.
58 bouches à feu, avec les affûts, voitures, attirails correspondants.		250
Bois de plates-formes, outils, etc.	de Neuf-Brisach à La Chapelle ou Châlonvillars	89
	de Châlonvillars à Moval	57
Munitions : 24 460 coups. — A Châlonvillars et Moval environ.		1 400

Parc bavarois.

44 bouches à feu, avec les affûts, voitures et attirails correspondants, approvisionnées à 43 000 coups, furent envoyées par chemin de fer d'Ingolstadt, de Landau et Germersheim à Dannemarie; le transport des 44 bouches à feu avec 31 000 coups, de Dannemarie au parc, du 18 décembre au 13 février, exigea environ 550 voitures attelées à 4 chevaux (les pièces à 6 et 8 chevaux).

Parc badois.

Le transport des 22 bouches à feu avec le matériel afférent et 20 600 coups, de Rastadt à Dannemarie par voie ferrée, exigea environ 150 essieux, et de Dannemarie à Charmois par voie de terre, 40 à 60 attelages à 2 chevaux pendant plusieurs jours.

Digitized by Google

VII. — Armement, objectifs, consommation, etc., des diverses batteries de siége.

Nos des batteries.	ARMEMENT.	OBJECTIFS PRINCIPAUX.	DURÉE de la construction.	DURÉE DU FEU ET MUNITIONS CONSOMMÉES.
1	4 canons de 12c.	Bellevue, Tuilerie, Scierie (1 600m), ville (3 200m), Château (3 000m).	Du 2 au 3 décembre. 10 heures.	Du 3 au 30 décembre. — 28 jours. 3 050 obus . . } 3 376 326 shrapnels }
2	2 canons de 12c. 2 canons de 15c courts.	Basses-Perches (3 750m). Htes-Perches, Château (3 150m), ville (3 150m).	Du 2 au 3 décembre. 18 heures.	Du 3 au 28 décembre. — 26 jours. 1 411 ob. 12c. . } 1 479 68 sh. 12c. . } 1 466 ob. 15c. . } 1 491 25 sh. 15c. . }
3	4 canons de 15c courts.	Barres (1 950m), ville (3 150m), Château (3 250m).	Du 2 au 3 décembre. 12 heures.	Du 3 décembre au 4 janvier. — 33 jours. 2 591 ob. . . } 2 678 87 sh. . . }
4	4 canons de 15c longs.	Château (3 200m), Barres (1 950m), enceinte (2 000m).	Du 2 au 3 décembre. 10 heures.	Du 3 au 23 décembre. — 21 jours. 2 033 ob. . . } 2 120 87 sh. . . }
5	4 canons de 12c.	Barres (1 950m), ville (3 100m), Bellevue (1 950m)	Du 2 au 3 décembre. 9 heures.	Du 3 décembre au 9 janvier. — 38 jours. 3 370 ob. . . } 3 734 364 sh. . . }
6	4 mortiers de 27c. (plus tard 1 de 22c et 1 de 27c).	Bellevue (1 650m), Barres (1 950m).	Du 2 au 3 décembre. 11 heures.	Du 3 décembre au 16 janvier. — 41 jours. 2 929 b. de 27c. 381 b. de 22c.
7	4 canons de 24 longs français.	Château (3 200m), plus tard Barres (1 200m), Bellevue (2 000m).	Du 2 au 3 décembre. 18 heures.	Du 3 décembre au 13 février. — 51 jours. 4 256 ob.
8	4 canons de 9c.	Andelnans (1 200m), Danjoutin (2 250m).	Du 12 au 13 décembre. 11 heures.	13 décembre. — 5 heures. 143 ob. . . . } 151 8 sh. . . . }
8a	4 canons de 9c. (plus tard 2 de 12c.)	Danjoutin (2 100m-2 600m).	Du 17 au 18 décembre. 12 heures.	Du 18 décembre au 7 janvier. — 21 jours. 591 ob. 9c. . . } 596 5 sh. 9c. . . } 340 ob. 12c . . } 365 25 sh. 12c . . }
9	2 mortiers de 27c.	Danjoutin (1 700m), Basses-Perches (2 250m).	Du 18 au 22 décembre.	Du 7 au 8 janvier.

Digitized by Google

10	4 canons de 15c longs.	Château (2 550m-2 900m), Justice (3 750m), Miotte (4 400m).	Du 24 au 27 décembre.	Du 28 décembre au 30 janvier. — 34 jours. 1 840 ob. . . } 1 884 44 sh. . .
11	4 canons de 12c.	Bellevue et Scierie (975m), ville (2 550m-3 000m).	Du 24 au 28 décembre.	Du 28 décembre au 31 janvier. — 35 jours. 4 151 ob . . } 4 418 267 sh. . .
12	4 canons de 15c longs.	Hautes-Perches (3 300m-3 600m), Basses-Perches (2 500m-2 850m), terrain intermédiaire.	Du 24 au 27 décembre. 48 heures.	Du 28 décembre au 9 février. — 44 jours. 4 559 ob. . . } 4 601 42 sh. . .
13	4 canons de 15c longs.	Hautes-Perches (2 100m), Justice (3 860m).	Du 24 au 25 décembre. 16 heures.	Du 25 décembre au 2 février. — 40 jours. 5 240 ob. . . } 5 448 208 sh. . .
14	4 canons de 15c longs.	Hautes-Perches (2 100m), Justice, casernes, bastion 7, etc. (3 600m-3 800m).	Du 24 au 25 décembre. 13 heures.	Du 25 décembre au 10 février. — 48 jours. 5 733 ob. . . } 5 843 110 sh. . .
15	3 mortiers de 27c. 1 — de 22c. (plus tard 4 de 27c.)	Hautes-Perches (1 900m), Basses-Perches (1 200m).	Du 1 au 8 janvier. 7 jours	Du 8 janvier au 1er février. — 25 jours. 113 b. 22c. 1 911 b. 27c.
16	4 canons de 12c.	Perches (1 400m-1 800m).	Du 28 au 31 décembre. 3 jours.	Du 7 janvier au 2 février. — 27 jours. 4 819 ob. . . } 4 919 70 sh. . .
17	4 canons de 12c.	Hautes-Perches (1 800m), Basses-Perches (1 350m), faubourg de France (3 000m).	Du 29 déc. au 6 janv. 9 jours.	Du 7 janvier au 10 février. — 35 jours. 5 108 ob. . . } 5 289 181 sh. . .
18	4 canons de 12c.	Basses-Perches (1 400m), Danjoutin (750m).	Du 29 déc. au 6 janv. 9 jours.	Du 7 janvier au 10 février. — 35 jours. 4 722 ob. . . } 4 842 120 sh. . .
19	2 mort. rayés de 21c. (2 mortiers de 25 liv. le 27 janvier).	Château (2 400m), Bellevue (900m).	Du 24 déc. au 5 janv. 5 jours.	Du 7 janvier au 13 février. — 37 jours. 518 ob. de 21c. 988 b. de 25l.
20	4 canons de 12c.	Pérouse et bois environnants (2 100m, 2 250m, 2 600m et 3 450m).	Du 28 au 31 janvier.	Du 7 au 20 janvier. — 14 jours. 1 950 ob.
21	2 mort. rayés de 21c. 2 mortiers de 27c.	Château (2 250m), ville.	Du 17 au 28 janvier.	Du 29 janvier au 13 février. — 16 jours. 649 ob. de 21c. 401 b. de 27c.

Digitized by Google

Nos des batteries.	ARMEMENT.	OBJECTIFS PRINCIPAUX.	DURÉE de la construction.	DURÉE DU FEU ET MUNITIONS CONSOMMÉES.
22	4 canons de 24 franç.	Justice (3 500m), Miotte (4 100m).	Du 16 au 21 janvier. 40 heures.	Du 21 janvier au 13 février. — 24 jours. 3 165 ob.
23	4 canons de 15c longs.	Château (2 250m), ville (2 200m), Barres (2 400m).	Du 9 au 11 janvier. 3 jours.	Du 21 janvier au 8 février. — 19 jours. 2 184 ob. . . } 2 241 57 sh. . .
24	4 canons de 15c longs.	Château (2 250m).	Du 10 au 13 janvier. 3 jours.	Du 21 janvier au 13 février. — 24 jours. 2 598 ob. . . } 2 706 108 sh. . .
25	5 canons de 12c.	Espérance et ville (2 850m), Bellevue (1 350m), Basses-Perches (1 600m).	Du 10 au 11 janvier. 1 jour.	Du 21 janvier au 13 février. — 24 jours. 2 938 ob. . . } 3 298 360 sh. . .
26	4 mortiers de 50 liv.	Basses-Perches (700m).	Du 28 au 29 janvier. 28 heures.	Du 31 janvier au 8 février. — 9 jours. 1 638 bombes.
27	4 canons de 12c.	Hautes-Perches et terrain en arrière (1 200m environ), Château (2 300m).	Du 30 janv. au 2 fév. 24 heures.	Du 1er au 10 février. — 10 jours. 656 ob. . . } 994 338 sh. . .
28	4 mortiers de 60 liv.	Hautes-Perches (1 100m).	Du 29 au 31 janvier. 2 jours et demi.	Du 1er au 8 février. — 8 jours. 892 bombes.
29	8 mortiers de 7 liv.	Hautes-Perches (400m-250m).	2 février. 25 heures.	Du 3 au 8 février. — 6 jours. 1969 bombes.
30 30a	4 mortiers de 7 liv.	Basses-Perches (300m-400m). Terrain entre les Perches (400m).	1 février (une nuit). 5 février (une nuit).	Du 2 au 8 février. — 7 jours. } 1 757 bombes. Du 6 au 8 février. — 3 jours.
31	2 mortiers de 60 liv. 2 mortiers de 27c.	Justice (1 700m), Miotte (2 100m).	1 février. 24 heures.	Du 3 au 13 février. — 11 jours. 1 200 b. de 60 l. 660 b. de 27c.
32	4 canons de 12c.	Justice (1 600m), Miotte (2 100m).	Du 31 janv. au 3 fév. 2 jours et demi.	Du 3 au 13 février. — 11 jours. 3 286 ob. . . } 3 328 42 sh. . .
33	4 canons de 12c	Fourneau (1 800m), communication avec Perches (1 650m), Château (2 200m).	Du 1 au 3 février. 2 jours et demi.	Du 4 au 13 février. — 10 jours. 1 499 ob. . .

	2 mortiers de 25 liv.		4 jours.	387 ob. . . . . 134 sh. . . . . } 521 + 100 b.
35	2 canons de 9c.	Hautes-Perches (900m).	4 février (une nuit).	Du 5 au 8 février. — 4 jours. 247 ob. . . . 64 sh. . . . } 311
36	2 canons de 9c.	Bellevue (1 650m).	Du 6 au 7 février. une nuit.	Du 7 au 13 février. — 7 jours. 185 ob. . . . 101 sh. . . . } 286
37	4 canons de 15c longs.	Château (1 600m), Justice (1 300m).	Du 24 janv. au 6 févr. 13 jours.	Du 9 au 13 février. — 5 jours. 850 ob. . . . 89 sh. . . . } 939
38	4 canons de 15c longs.	Justice (1 400m-1500m), Château (1 600m).	Du 24 janv. au 8 févr. 15 jours.	Du 9 au 13 février. — 5 jours. 513 ob. . . . 73 sh. . . . } 586
39	4 canons de 15c longs.	Château (1 500m), Miotte (1800m).	Du 24 au 27 janvier. 4 jours.	Du 9 au 13 février. — 5 jours. 846 ob. . . . 92 sh. . . . } 938
40	2 (plus tard 4) mortiers de 27c. 2 mortiers de 22c.	Château (1 500m).	Du 7 au 9 février. 50 heures.	Du 10 au 13 février. — 4 jours. 500 b. de 27c. 200 b. de 22c.
41	6 mortiers de 60 liv.	Château (1 400m).	8 févr. 1 jour et demi.	Du 11 au 13 février. — 2 jours. 110 b.
42	4 mortiers de 7 liv.	Bellevue (400m).	Du 10 au 11 février. 24 heures.	Du 11 au 13 février. — 3 jours. 124 b.
43	4 canons de 12c.	Château (1 100m).	Du 10 au 11 fév. — 36 h.	N'a pas tiré.
44	4 canons de 12c.	Château (1 100m).	Du 10 au 11 fév. — 36 h.	Id.
45	4 canons de 15c longs.	Château (1 100m).	Du 9 au 12 fév. — 32 h.	Id.
46	2 mortiers de 50 liv. 2 — de 27c.	Château (1 100m).	Du 12 au 14 fév. — 48 h.	Id.
47	4 canons de 15c courts.	Château (1 100m), Miotte (2 300m).	Du 10 au 11 fév. — 26 h.	Id.
48	4 canons de 15c longs.	Château (1 100m).	Du 11 au 14 fév. — 72 h.	Id.
49	4 canons de 12c.	Château (1 100m).	Du 10 au 13 février. (3 nuits).	Id.
50	4 canons de 12c.	Château (1 100m).	Du 11 au 14 février. (une nuit).	Id.
51	4 canons de 15c longs.	Château (1 200m). Enceinte.	Du 10 au 13 février. 2 jours et demi.	Id.
52	4 canons de 24 franç.	Barres (1 900m), Bellev. (1 700m), Chât. (1 200m).	Du 10 au 13 fév. — 60 h.	Id.
53	4 canons de 15c longs.	Justice (1 500m), Miotte (2 000m).	Du 7 au 13 fév. — 70 h.	Id.

Digitized by Google

TIR DES SHRAPNELS [1]

Par le major S. J. NICHOLSON. (R. H. A.)

Il existe, au sujet de l'emploi du shrapnel, qui est sans contredit, en Angleterre, le principal projectile de l'artillerie de campagne, une grande divergence d'opinions, même parmi les personnes qui ont beaucoup étudié cette question.

Le nombre des points sur lesquels se produit cette divergence est, pour ainsi dire, infini. Par exemple : dans quelles conditions doit-on employer les fusées à temps ou les fusées percutantes? Quelle est la meilleure distance d'éclatement pour les premières, le meilleur point d'arrivée pour les secondes? A quelles distances de tir et contre quels buts produisent-elles le plus d'effet? Nous n'en citons qu'un très-petit nombre. Et, cependant, ces points dépendent de simples faits matériels qui, s'ils ont été l'objet d'expériences soigneusement faites, s'ils ont été clairement établis et envisagés sous toutes leurs faces, devraient conduire, sinon à l'unanimité des avis, au moins à une plus grande généralité d'opinions.

Cette diversité dans les avis est très-probablement due à la transition, quelque peu rapide, de l'ancien shrapnel sphérique à l'obus à segments, et, de ce dernier, à l'obus actuel. On n'a peut-être pas suffisamment remarqué les différences essentielles qui se produisent dans l'action de ces trois projectiles. Avec le premier [2], la position de la charge d'éclatement par rapport aux balles était tout à

[1] Extrait des *Proceedings of the Royal Artillery Institution*, n° 2, vol X (décembre 1877).

[2] Voir *Revue d'artillerie*, tome I, page 317.

Digitized by Google

fait incertaine au moment de l'ouverture de l'obus. Le sens du mouvement de rotation du projectile était aussi sujet à de grandes variations. La perte de vitesse croissait très-rapidement avec la distance et l'angle de chute était considérable. Toutefois, la direction du ricochet était beaucoup mieux assurée. Dans le deuxième projectile [1], la charge d'éclatement était au centre même des segments et produisait une large dispersion, mais la forme même des segments était contraire à la conservation de la vitesse. En somme, les trois projectiles ont une étroite parenté au point de vue du principe, mais ils diffèrent notablement par leur mode d'action.

Cette différence aurait été remarquée plus tôt sans la façon peu pratique dont le tir annuel des batteries a été conduit dans la plupart des cas. Les champs de tir ont été pris généralement à la mer, ou sur des plages unies, ou sur des terrains spécialement choisis pour présenter le moins d'obstacles possible à un tir efficace. Un petit tonneau, une cible carrée de 6 pieds ($1^m,83$) de côté, ont servi de buts. Ces conditions ne sont jamais celles de la réalité, car, à la guerre, on doit chercher à couvrir de feux une assez grande étendue de terrain.

Obtenir l'effet maximum sur des cibles de cette espèce, placées sur un terrain si favorable, tel était le résultat que les commandants de batteries se proposaient naturellement d'atteindre. Voilà pourquoi ils ont eu de si rares occasions d'observer les différents modes d'action de l'obus, d'arriver aux moyens qui permettent d'en obtenir les résultats maxima, ou de porter leur attention sur ce fait que les règles d'emploi du shrapnel doivent varier avec les différents buts et avec le terrain sur lequel ces buts peuvent être placés.

On ne doit pas perdre de vue que la principale raison d'être du shrapnel est de couvrir une surface donnée, au moyen d'un projectile d'un certain poids, d'une pluie de

(1) *Revue d'artillerie*, tome V, page 850.

Digitized by Google

balles aussi efficaces que possible, et de mettre ainsi hors de combat un grand nombre d'ennemis. Prenons, par exemple, un cas extrême, et supposons une batterie tirant un projectile non explosible du même poids que le shrapnel contre un seul rang de troupes. Chaque projectile ne peut mettre qu'un homme hors de combat, tandis que le shrapnel, éclatant dans de bonnes conditions avec une fusée à temps, pourrait en renverser de 19 à 23. C'est à ce criterium, le nombre d'hommes mis hors de combat, qu'on devrait ramener toute école à feu, attendu qu'un obus qui fait bonne figure dans un rapport peut, en réalité, être un projectile sans valeur. Ainsi, dans le rapport de Okehampton (1), un obus donne un total de 121 atteintes sur une très-petite surface. Si l'on analyse ce résultat, on trouve : 2 trous (balles ou éclats ayant traversé le panneau), 3 logements, 116 empreintes. Par conséquent, ce projectile manque totalement de puissance ; il n'y aurait eu que 2 hommes mis hors de combat ; il n'y a pas de dispersion efficace.

La méthode généralement adoptée pour éprouver la valeur pratique d'un projectile quelconque consiste : 1° à l'employer dans des conditions aussi favorables que possible pour lui faire produire et pour relever son effet maximum ; puis, 2° à l'employer dans des conditions qui se rapprochent autant que possible du service de guerre, et à déterminer ainsi quelle est la proportion de son effet maximum qui peut être obtenue dans le service réel. Dans ce travail, on se propose de suivre la même marche en essayant de montrer : 1° par des expériences exécutées avec grand soin à Shoeburyness et à Okehampton, quels sont les effets maxima et dans quelles conditions on les obtient ; 2° par quelques expériences faites à Okehampton, quelle est la part de ces effets dont il faut tenir compte pour la pratique du tir.

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, tome VII, page 141, et VIII, page 89.

Digitized by Google

Les expériences de Okehampton sont aujourd'hui bien connues; on décrira cependant brièvement en leur lieu celles qu'on aura particulièrement à considérer. Quant à celles de Shoeburyness, qui sont moins généralement suivies, en voici la description en quelques mots; on trouvera les détails *in extenso*, au vol. XII, 2e partie, pages 114 et suivantes, des *Extracts from the Quarterly Report of the Department of the Director of Artillery*.

Trois modèles différents de shrapnel pour canon de 16 livres R. M. L. (1) furent essayés. La cible employée consistait en un écran carré, mobile, de 5m,50 de côté, qui fut placé successivement à différents intervalles en avant de 4 rangées de panneaux de 16m,50 de long, 2m,75 de haut et 0m,05 d'épaisseur, espacées de 18m,30 les unes des autres dans le sens du tir. Les obus éclataient en traversant l'écran, au moyen de fusées percutantes. On imitait ainsi l'action des fusées à temps, avec cet avantage que la hauteur du point d'éclatement au-dessus du sol et sa distance horizontale au but pouvaient être mesurées exactement. Les portées étaient de 731 mètres et de 1 372 mètres, la deuxième étant obtenue par une réduction de la charge, en laissant les pièces à la première position.

Des diagrammes étaient relevés sur les panneaux. Le nombre de cavaliers et de fantassins mis hors de combat était estimé au moyen de lunettes dont les verres portaient des figures gravées à une échelle convenable. Quand une figure contenait une atteinte, un logement ou un trou, on comptait 1 homme hors de combat; pour 2 ou un plus grand nombre d'atteintes, on comptait toujours 2 hommes, jamais davantage.

Les effets produits par l'obus qui se rapproche le plus du modèle actuellement en service sont donnés dans le tableau suivant :

(1) R. M. L., *Rifled Muzzle-Loading*, rayé, se chargeant par la bouche.

Digitized by Google

TABLEAU I. — Essai du shrapnel de 16 livres.

Shoeburyness, mai 1874.

PORTÉE.		ÉCLATEMENT en avant de la 1re rangée.		POINT d'éclatement.		EFFETS SUR 4 RANGÉES DE PANNEAUX de 16m,50 sur 2m,75 à 18m,30 d'intervalle.												EFFET TOTAL sur les 4 rangées.			HORS de combat sur la 1re rangée.	
				Hauteur au-dessus du sol.	Distance au delà de l'écr.	1re rangée.			2e rangée.			3e rangée.			4e rangée.						Cavaliers.	Fantassins
						Empreintes.	Logement.	Trous	Empreintes.	Logement.	Trous	Empreintes.	Logement.	Trous	Empreintes.	Logement.	Trous	Empreintes.	Logement.	Trous		
yards.	mètr.	yards.	mètr.	mètr.	mètr.																	
800	731	200	183	4,27	—	1	13	7	2	1	5	1	3	2	—	—	1	4	17	15	8	8
»	»	»	»	4,01	—	1	16	7	2	7	1	—	4	2	1	4	1	4	31	11	14	12
»	»	»	»	4,27	—	1	17	6	—	5	2	—	3	2	—	4	—	1	29	10	15	12
»	»	»	»	4,57	—	—	10	2	—	2	3	4	4	2	1	5	1	5	21	8	8	6
»	»	»	»	4,27	—	4	12	10	1	8	4	—	3	1	1	4	—	6	27	15	12	12
»	»	150	137	2,71	—	—	15	16	3	9	4	1	3	3	—	—	—	4	27	23	17	13
»	»	»	»	3,05	—	—	17	16	2	—	7	1	9	1	1	1	2	4	38	26	19	16
»	»	»	»	3,05	—	1	17	17	—	6	13	1	3	2	2	3	—	4	29	32	15	23
»	»	»	»	2,90	—	—	18	23	1	11	11	1	6	4	1	4	1	3	39	39	22	25
»	»	»	»	2,71	—	—	13	8	2	1	5	5	1	2	2	4	—	9	21	15	15	10
1 500	1 372	»	»	2,74	—	4	23	13	1	4	3	—	2	3	—	1	3	5	30	22	22	22
»	»	»	»	2,50	—	—	8	21	2	6	6	4	4	1	2	5	1	8	23	29	15	18
»	»	»	»	2,41	—	—	15	15	1	9	9	4	8	2	3	7	2	8	39	28	18	22
»	»	»	»	2,13	—	1	17	21	1	13	4	1	9	1	—	1	2	3	40	28	17	19
»	»	»	»	2,67	—	5	9	16	4	4	4	1	2	1	2	2	—	12	17	21	14	11
800	731	100	91	3,[illegible]5	—	3	20	43	5	4	25	8	11	2	1	1	1	17	36	71	22	29
»	»	»	»	3,50	—	3	16	30	1	5	13	5	6	3	—	1	3	9	28	49	25	23
»	»	»	»	2,61	—	2	34	30	9	11	17	8	7	1	3	—	3	22	52	51	21	26
»	»	»	»	3,12	—	—	27	36	5	2	24	4	9	3	5	1	3	14	39	66	25	23
»	»	»	»	3,20	—	1	19	24	16	10	15	5	8	3	—	1	2	22	38	44	19	20
1 500	1 372	50	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»	»	»	»	0,15	—	—	—	4	1	—	2	—	—	1	4	—	2	5	—	9	2	2
»	»	»	»	0,38	—	2	6	66	—	26	37	2	13	8	3	1	—	7	46	111	15	20
»	»	»	»	1,07	—	—	6	92	1	12	42	6	17	7	3	2	—	10	37	141	13	18
»	»	»	»	2,29	—	1	15	99	11	13	42	4	8	11	2	4	1	18	40	153	15	21
800	731	»	»	1,98	1,83	3	3	105	5	41	35	5	8	18	3	5	2	16	57	160	12	26
»	»	»	»	1,68	2,75	2	5	99	3	31	37	7	9	14	2	3	—	14	48	150	13	16
»	»	»	»	1,68	—	5	7	80	1	23	36	2	9	11	4	2	2	12	41	129	15	23
»	»	»	»	2,74	—	8	2	103	4	34	44	3	7	24	10	2	3	25	45	174	16	21
»	»	»	»	1,68	3,65	4	16	84	1	26	35	4	9	17	9	3	2	18	54	138	18	24

Digitized by Google

En faisant éclater au repos, sur un sol horizontal, le shrapnel d'un canon de campagne, on retrouve en avant la tête du projectile et les balles à des distances comprises entre 31 et 37 mètres; les éclats de l'obus sont répartis à droite et à gauche et à peu près à la même distance en avant; le culot est lancé en arrière à 45 ou 55 mètres. Si l'on fait éclater le shrapnel de 16 livres M. L. à l'intérieur d'une enceinte formée par 4 panneaux carrés de $2^m,75$ de côté, la totalité des balles et des éclats est retrouvée à l'intérieur et 2 ou 3 petites empreintes au plus sont visibles sur les panneaux. Avec celui de 9 livres M. L., on observe le même résultat, mais les empreintes sont à peine visibles.

Il est donc évident que la charge d'éclatement ne produit que des effets insensibles, de sorte qu'elle n'a, pratiquement, aucune action accélératrice. Elle n'a qu'une action perturbatrice très-faible (1).

L'effet destructeur des éclats et des balles (ce dernier étant de beaucoup le plus important) est simplement dû à la vitesse que l'obus possède au moment de son éclatement et que conservent ses parties composantes. Quand l'obus s'ouvre, celles-ci continuent leur chemin avec cette vitesse et elles suivraient des lignes parallèles à la trajectoire primitive de l'obus, si les trois causes suivantes ne s'y opposaient :

1° L'action perturbatrice de la charge d'éclatement;

2° La force centrifuge imprimée par le mouvement de rotation de l'obus;

3° Une perte de vitesse due à la différence de forme et de poids entre l'obus et ses parties composantes.

La première de ces causes perturbatrices est assez petite, comme on l'a dit plus haut, et, comme il est impos-

(1) Un accident arrivé à Woolwich peut être cité à l'appui de cette assertion. Un conducteur appartenant à une batterie de la garnison, voulant montrer à un camarade l'action d'une étoupille, en plaça une dans un shrapnel et, maintenant le projectile avec son pied, tira sur le tube. Le seul mal occasionné par cette imprudence fut une légère blessure au pied. Le camarade n'eut même pas une égratignure.

Digitized by Google

sible d'en calculer les effets, on peut n'en tenir aucun compte.

La force centrifuge peut, à la rigueur, se calculer, puisqu'on connaît le poids des balles, leur distribution dans l'obus et la vitesse de rotation. La résultante de cette force et du mouvement en avant imprimé par l'obus donnera la direction première des balles, direction qui permettra de trouver leur trajectoire. Les balles tendent à se disperser également dans toutes les directions à partir de la ligne centrale et à former un cône dont l'angle, pour le shrapnel de 16 livres M. L. est de 8° environ à 700 mètres.

Il est évident, puisque la vitesse de rotation reste très-sensiblement la même, tandis que la vitesse de translation diminue considérablement, quand la distance augmente, que ce cône de dispersion augmentera graduellement avec la distance.

On peut admettre les angles suivants comme probables aux distances inférieures à 2750 mètres :

Au-dessous de 457 mètres,	7°	De 1830 à 2286 mètres,	10°
De 457 à 1190 —	8°	De 2286 à 2560 —	11°
De 1190 à 1830 —	9°	De 2560 à 2750 —	12°

Cette question pourrait être résolue par un petit nombre d'expériences dont les résultats auraient une très-grande valeur pratique.

La troisième cause de perturbation est due à la différence de forme et de poids entre les balles et l'obus entier. Les premières sont sphériques, petites, coulées en plomb ; le second est allongé, comparativement grand et composé de différents métaux. Les balles, au commencement de leur parcours, tombent d'abord au-dessous de la trajectoire qu'aurait suivie l'obus s'il n'avait pas éclaté, et l'abaissement est d'autant plus grand que l'espace parcouru est plus considérable. En réalité, les intervalles d'éclatement des shrapnels sont assez petits, et l'abaissement de la

Digitized by Google

ligne centrale du cône au-dessous de la trajectoire primitive de l'obus est insignifiant. La figure 1, planche IV, permet de se rendre compte de cet abaissement, dans des conditions moyennes.

Par conséquent, si l'on veut bien admettre que les angles des cônes ont les valeurs données ci-dessus et que l'axe d'un cône et la trajectoire de son obus coïncident sensiblement, on peut calculer facilement l'effet du shrapnel aux différentes distances, ainsi que les intervalles d'éclatement.

Nous aurons à considérer, relativement au cône de dispersion :

1° Son diamètre en différents points et, par suite, la largeur du terrain qu'il recouvre ;

2° Sa section à différents intervalles et le nombre de balles et d'éclats qui y sont répartis ;

3° L'espace de terrain couvert par un feu efficace, principalement en longueur, dans le sens du tir ;

4° L'influence de la hauteur du point d'éclatement au-dessus du sol ;

5° L'effet utile des balles pour différents intervalles d'éclatement et pour différentes vitesses de l'obus.

L'examen de ces questions pourra nous conduire à la détermination des meilleurs points d'éclatement, et donnera une idée du rôle que les projectiles pourront remplir.

§ 1. — Les diamètres du cône de dispersion pour différents angles sont, en nombres ronds :

Pour	8°.	0,14	de la longueur.
—	9°.	0,15	—
—	10°.	0,17	—

Ces diamètres sont tout calculés dans le tableau suivant, où ils sont donnés pour un certain nombre d'intervalles d'éclatement :

Digitized by Google

ANGLE du cône.	INTERVALLES D'ÉCLATEMENT EN MÈTRES.									
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
8°. . .	2,8	5,6	8,4	11,2	14	16,8	19,6	22,4	25,2	28
9°. . .	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
10°. . .	3,4	6,8	10,2	13,6	17	20,4	23,8	27,2	30,6	34

Comme règle générale, il suffit de retenir que, pour les distances ordinaires de tir, l'angle du cône de dispersion est de 8 à 9° et que son diamètre varie de 0,14 à 0,15 de l'intervalle d'éclatement.

§ 2. — Les éclats et les balles sont répartis aux divers moments de leur trajet sur la surface de la section droite du cône, et, comme la principale cause de la dispersion, c'est-à-dire la force centrifuge développée par la rotation de l'obus, affecte ces corps à des degrés différents suivant leur distance au centre de rotation, la répartition superficielle est très-régulière.

En admettant cette parfaite régularité, il est facile de calculer les nombres de balles ou éclats efficaces qui se répartissent sur l'unité de surface des sections droites successives du cône. Les sections droites en mètres carrés sont données dans le tableau ci-dessous pour un certain nombre d'intervalles d'éclatement et pour un angle du cône de 8° :

INTERVALLES D'ÉCLATEMENT EN MÈTRES.									
20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
m. q. 6	m. q. 24	m. q. 55	m. q. 98	m. q. 154	m. q. 222	m. q. 302	m. q. 394	m. q. 498	m. q. 615

Or, si l'on fait éclater au repos un shrapnel de 9 livres M. L., on obtient une moyenne de 85 parties offensives, balles ou éclats. Avec un shrapnel de 16 livres, on a une moyenne de 136. Dès lors, pour avoir les nombres d'at-

Digitized by Google

teintes efficaces par mètre carré de section et par calibre, il suffit de diviser respectivement 85 et 136 par les nombres du tableau précédent et l'on obtient les résultats ci-dessous qu'on pourrait appeler les *densités* des sections successives :

CANONS.	INTERVALLES D'ÉCLATEMENT EN MÈTRES.									
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
9 liv..	14	3,5	1,5	0,87	0,55	0,38	0,28	0,21	0,17	0,14
16 liv..	22,7	5,7	2,5	1,40	0,88	0,61	0,45	0,35	0,27	0,22

Ainsi, un homme debout (offrant une surface d'environ 1 mètre carré) qui se présenterait à 20 mètres au delà du point d'éclatement d'un obus serait frappé par 14 balles ou éclats avec un projectile de 9 livres, et par 23 avec un projectile de 16 livres. On ne tient compte que des atteintes directes et non des balles de la partie inférieure du cône, qui peuvent encore atteindre par ricochet. Il y a, dans ce cas, un gaspillage manifeste de puissance. Notre but doit être naturellement, non pas de mettre un homme hors de combat par 14 ou 23 atteintes, mais, s'il est possible, 14 ou 23 hommes par un seul projectile, ou 1 homme par atteinte.

Par le fait, la question pratique à résoudre à ce point de vue est la suivante : Quel doit être le meilleur intervalle d'éclatement d'un shrapnel en avant d'un front de bataille déployé, pour avoir les meilleures chances de mettre le plus d'hommes possible hors de combat?

Pour élucider cette question, nous allons examiner quelques résultats des expériences de Shoeburyness (tableau I) et les mettre en regard des nombres calculés ci-dessus. On ne tiendra compte que de l'effet produit sur le 1er rang de panneaux et, comme par la suite, nous aurons souvent l'occasion de considérer des panneaux de 6 pieds de hauteur ($1^m,83$), nous ramènerons à des pan-

Digitized by Google

neaux de cette grandeur, pour éviter la confusion, les résultats trouvés avec des panneaux de 9 pieds ($2^m,75$), en retranchant un tiers à ces derniers nombres.

Prenons, par exemple, le tir à 800 yards (731 mètres), avec un intervalle d'éclatement de 50 yards (46 mètres). Le diamètre du cône, pour cet intervalle, est de $46 \times 0,14 = 6^m,40$; la surface interceptée sur le panneau est de $11^{mq},75$ (calculée d'après l'un des tableaux précédents et en prenant $1^m,83$ comme hauteur du panneau); enfin, le nombre d'hommes correspondant à cette surface est de 12 (1 mètre carré par homme).

Si l'on calcule, d'après le dernier tableau, le nombre des atteintes directes correspondant à cette surface et à l'intervalle d'éclatement de 46 mètres, on trouve 54. A la distance de 731 mètres, il n'est pas douteux que toutes ces atteintes traverseraient le panneau. Le tableau I des expériences donne une moyenne de 94 *trous* sur le 1er rang de panneaux de 9 pieds et, si nous en retranchons $\frac{1}{3}$, il reste 63, dont la différence avec le nombre calculé 54 des atteintes directes donne 9, qui est la part du ricochet.

Dans les mêmes conditions de distance, la totalité des 15 *logements* peut être portée au compte des balles efficaces. Ces logements sont dus aux ricochets (puisque les atteintes directes *traversent*). On peut donc porter aux ricochets $9 + 15 = 24$ atteintes efficaces.

On peut arriver au même résultat en raisonnant autrement. Le nombre total des parties offensives de l'obus est de 136. Déduction faite des 54 atteintes directes, le reste 82 est le nombre des parties qui ont passé moitié par-dessus le panneau, moitié en dessous, ces dernières ricochant, bien entendu, sous l'angle de chute qui correspond à la distance considérée et sur un terrain aussi favorable que celui sur lequel les panneaux étaient placés (gazon uni, très-ferme). Par conséquent, on peut admettre qu'un peu plus de la moitié des 41 balles inférieures du cône, soit 24, étaient efficaces par ricochet.

Digitized by Google

En appliquant les considérations qui précèdent à la discussion des résultats d'un tir à la même distance de 800 yards, mais à des intervalles d'éclatement de 100, 150 et 200 yards, on arrive à former le tableau suivant :

INTERVALLES d'éclatement.		ATTEINTES directes.	RICOCHET.	PROPORTION de balles efficaces dans le ricochet.	HOMMES hors de combat.
Yards.	Mètres.				
50	46	54	24	$\frac{1}{2}$	22
100	91	25	15	$\frac{1}{4}$	25
150	137	14	9	$\frac{1}{7}$	17,4
200	183	12	2	$\frac{1}{11}$	10

Les nombres qui représentent les hommes hors de combat sont les moyennes de la dernière colonne du tableau I, moyennes prises sans réduction du tiers, puisqu'elles s'appliquent à des panneaux d'infanterie.

On remarquera que le ricochet perd rapidement de son efficacité quand l'intervalle d'éclatement augmente.

En discutant de la même manière le tir à 1 500 yards (1 372 mètres) pour les deux intervalles d'éclatement de 50 et de 150 yards, les seuls qui furent expérimentés, on arrive aux conclusions contenues dans le tableau ci-dessous :

INTERVALLES d'éclatement.		ATTEINTES directes.	RICOCHET.	PROPORTION de balles efficaces dans le ricochet.	HOMMES hors de combat.
Yards.	Mètres.				
50	46	54	17	$\frac{2}{6}$	20
150	& 137	14	7	$\frac{1}{7}$	19

La comparaison de ces résultats avec ceux du tir à 800 yards présente une conformité remarquable.

Digitized by Google

On peut objecter, toutefois, qu'il y a, dans ce tir, certaines particularités qui imposent une grande circonspection relativement aux conclusions tirées. On pourrait appuyer, par exemple, sur les points suivants :

1° 5 coups par distance ne sont pas suffisants ;

2° Certaines mesures, telles que la hauteur du point d'éclatement, n'ont pas été assez soigneusement prises ;

3° L'écran était assez épais pour ralentir et faire dévier l'obus de sa course ;

4° En comptant 2 hommes hors de combat pour une figure atteinte 2 fois et en négligeant les nombres d'atteintes supérieurs à 2, on s'expose, en bien des cas, à des mécomptes.

Quoiqu'on ne puisse pas contredire ces objections, on peut voir que les résultats obtenus sont suffisamment concordants pour qu'on puisse les regarder comme une expression très-approchée de la vérité.

D'après l'examen qui précède, il semblerait donc qu'avec le shrapnel de 16 livres M. L., tiré à 731 mètres, le meilleur intervalle d'éclatement en avant d'un front déployé est de 91 mètres. On trouve 1,10 pour le nombre de balles par mètre carré qui correspond à cet intervalle. Avec le shrapnel de 9 livres, l'intervalle qui donne la même proportion est de 73 mètres, ce qui permet de supposer que c'est le meilleur intervalle d'éclatement de ce projectile.

Aux distances de tir plus grandes que 731 mètres, il faudra faire éclater le shrapnel plus près du but, pour les raisons suivantes : 1° la vitesse des balles devient plus petite, ce qui diminue leur effet utile ; — 2° l'angle de chute augmente, ce qui diminue l'efficacité du ricochet ; — 3° l'angle du cône de dispersion augmentant, il n'est pas nécessaire de se tenir aussi loin du but pour obtenir la même somme d'éparpillement ; — 4° l'angle de chute devenant plus grand, l'espace couvert par le cône dans la direction du tir devient moindre ; — 5° la vitesse des

Digitized by Google

balles diminuant, elles tendent à s'abaisser davantage au-dessous de la trajectoire primitive.

Nous croyons pouvoir proposer en toute sécurité les intervalles d'éclatement qui suivent, comme les meilleurs à adopter quand le but présente un front étendu :

		INTERVALLES d'éclatement		ÉTENDUE atteinte de front.
		yards.	mètr.	mètres.
Canon de 16 livres.	En deçà de 1 000 yards (914^m).	100	91	12,80
	De 1 000 à 2 000 (1 829^m). . .	80	73	10,24
	De 2 000 à 3 000 (2 743^m). . .	60	55	7,68
	Au delà de 3 000	50	46	6,40
Canon de 9 livres.	En deçà de 1 000 yards (914^m).	80	73	10,24
	De 1 000 à 2 000 (1 829^m). . .	60	55	7,68
	De 2 000 à 3 000 (2 743^m). . .	40	37	5,12
	Au delà de 3 000	30	27	3,84

Cette puissance de dispersion, sur la valeur de laquelle il est à peine besoin d'insister, est particulière au shrapnel armé d'une fusée à temps, comme on le montrera par la suite.

§ 3. — On donne ci-dessous les longueurs maxima (dans le sens du tir) des surfaces interceptées sur le sol par le cône de dispersion pour un certain nombre de portées et d'intervalles d'éclatement :

PORTÉE.		INTERVALLE d'éclatement.		PREMIÈRE atteinte en avant.	DERNIÈRE atteinte en arrière.	LONGUEUR totale de la surface couverte.
yards.	mètres.	yards.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
1 000	914	150	137	75	302	375
»	»	100	91	48	274	322
»	»	100 (1)	91	53	258	311
2 000	1 829	100 (2)	91	38	116	339
»	»	80	73	32	110	142
2 500	2 286	100	91	33	91	124
»	»	60	55	20	67	87

(1) Pointé au centre du panneau.
(2) Pointé au pied du panneau.

Digitized by Google

Dans une des expériences faites à Okehampton, une batterie de canons de 16 livres tirait contre 2 lignes composées chacune de 100 panneaux à figures, la 1re à 914 mètres, la 2e à 1 106 mètres. On tira 35 shrapnels qui éclatèrent en moyenne à 91 mètres environ en avant de la 1re ligne. Le résultat fut : 71 figures hors de combat dans la 1re ligne ; 24 dans la 2e. Ainsi, quoique les obus eussent éclaté à une faible hauteur relativement à la 2e ligne, le nombre de combattants sérieusement atteints sur cette ligne montre qu'une longueur de 245 mètres (53 mètres en avant du 1er rang et 192 entre les 2 rangs) a été couverte par un feu efficace ; et comme beaucoup de ces combattants ont été atteints à la partie supérieure, il est évident qu'un grand nombre de balles ont porté encore plus loin.

La forme particulière des surfaces couvertes par les balles d'un shrapnel et dont la figure 2 présente un spécimen, dans le cas particulier d'un shrapnel de 16 livres, à une distance de 2 500 yards (2 286 mètres), fait voir :

1° Que si le but a de la profondeur, le tir ne saurait être trop juste en direction ;

2° Que si le but a de la largeur et peu de profondeur, la surface atteinte est d'autant plus grande que la direction du tir est plus oblique par rapport au front ;

3° Que le shrapnel à temps est particulièrement approprié aux buts mobiles qui se déplacent dans la direction de la batterie. Si les fusées sont percées trop courtes quand le but se rapproche, trop longues quand il s'éloigne, la grandeur de la surface atteinte dédommagera des erreurs très-considérables dues à une estimation incorrecte de la distance ou du mouvement du but.

§ 4. — On a dit plus haut que l'abaissement de l'axe du cône de dispersion au-dessous de la trajectoire que suivrait l'obus s'il n'éclatait pas, est relativement faible.

Digitized by Google

C'est au point où la ligne centrale du cône rencontre le sol que se trouve la plus grande dispersion latérale des balles qui n'ont pas ricoché. Il paraîtrait, en conséquence, que, pour obtenir le maximum d'effet sur un panneau vertical, la pièce devrait être pointée avec un angle de tir donnant un point d'impact situé un peu au-dessus du centre du panneau. En est-il ainsi dans le tir réel?

Si l'on prend dans le Rapport de Shoeburyness, tableau I, la série des coups à 731 mètres, intervalle d'éclatement de 46 mètres, le meilleur coup provient d'un obus dont l'éclatement se produit à $2^m,74$ au-dessus du sol. D'après le nombre total des atteintes, le meilleur après lui éclate à $1^m,98$ du sol et le pire de tous, à $1^m,68$. Le tracé de la trajectoire moyenne ferait voir que la hauteur du point de cette ligne situé à 46 mètres en avant du panneau est de $2^m,91$. C'est donc très-près de cette hauteur que s'est produit l'éclatement du meilleur projectile. Quand les différences de hauteur au-dessus du sol sont aussi petites que celles qu'on observe en général dans tout ce tir, les effets de ces différences se traduisent par des chiffres très-faibles. Par contre, on pourra prendre la hauteur d'éclatement la plus défavorable pour la meilleure lorsque les conditions seront aussi favorables aux obus éclatant *bas* qu'elles l'étaient dans l'exemple cité plus haut, le ricochet acquérant beaucoup d'efficacité sur un terrain aussi ferme et uni. Toutefois l'examen des résultats du tir à 1372 mètres, avec 46 mètres d'intervalle d'éclatement, fait voir très-clairement la perte d'effet occasionnée par un éclatement trop bas.

Puisque la pratique paraît confirmer les déductions tirées ci-dessus, on pourra faire usage de la table suivante donnant, pour les obus de 9 livres et de 16 livres, les meilleures hauteurs au-dessus du sol correspondant à un certain nombre de distances de tir:

Digitized by Google

	OBUS DE 16 LIVRES.			OBUS DE 9 LIVRES.		
Portée.	Intervalle d'éclatement.	Angle de chute.	Hauteur.	Intervalle d'éclatement.	Angle de chute.	Hauteur.
mètres (1).	mètres.	degrés.	mètres.	mètres.	degrés.	mètres.
914	91	2°20'	3,66	73	2°29'	3,17
1 097	73	3 0	3,84	55	3 10	3,02
1 280	»	3 40	4,66	»	3 54	3,72
1 463	»	4 25	5,64	»	4 43	4,51
1 646	»	5 12	6.67	»	5 38	5,46
1 829	»	6 0	7,62	»	6 37	6,40
2 012	55	6 57	6,58	37	7 39	4,88
2 195	»	7 47	7,43	»	8 46	5,64
2 377	»	8 45	8,41	»	9 54	6,37
2 560	»	9 45	9,39	»	11 10	7,19
2 743	»	10 46	10,42	»	12 34	8,08
2 926	46	11 47	9,50	27	13 53	6,77
3 109	»	12 46	10,33	»	15 22	7,50
3 292	»	13 51	11,19	»	17 0	8,41
3 475	»	14 52	12,10	»	18 0	9,36

(1) 1 000 yards, 1 200, 1 400, etc., jusqu'à 3 800.

Les exemples suivants pourront donner une idée de la perte d'effet utile qu'entraînent des erreurs dans la hauteur du point d'éclatement au-dessus du sol.

Dans la figure 3, le cercle dont le centre est en A représente une section verticale du cône de dispersion à hauteur de la ligne de panneaux, dans le cas d'un intervalle d'éclatement de 91 mètres (les panneaux ont 17^{m},06 de longueur, 1^{m},83 de hauteur; la distance de tir est de 914 mètres; canon de 16 livres). On voit quelles sont les parties du cône dont les atteintes directes passent par-dessus les panneaux ou en-dessous; le cercle dont le centre est en B représentera la section dans le cas d'un obus éclatant à la même distance, mais 3 mètres plus haut que A; le cercle C correspond, de même, à un éclatement 3 mètres plus bas. — La figure 4 montre l'effet d'un obus éclatant à un intervalle de 46 mètres : pour le cercle A, sur la trajectoire normale (aboutissant comme dans le cas précédent au centre du panneau); pour le cercle B, 3 mè-

Digitized by Google

tres plus haut; pour le cercle C, au pied même du panneau.

Quoique ces pertes d'effet utile soient considérables, elles ne sont jamais assez grandes pour rendre les projectiles inefficaces, et elles sont tout à fait négligeables en comparaison de celles qui sont dues aux erreurs ordinaires de pointage. Comme on peut le voir par les expériences de tir de Shoeburyness, de légères erreurs dans la hauteur du point d'éclatement n'ont pas une grande importance.

Lorsqu'un obus éclate trop haut ou trop bas, on ne doit pas se hâter d'en conclure que la pièce est mal pointée; cela peut être dû à un défaut de perçage ou de combustion de la fusée. S'il existe des doutes sur la vraie cause de cette particularité, un obus tiré avec une fusée percutante les aura bientôt éclaircis : il montrera de suite si la distance a été bien estimée, ou, ce qui revient au même dans le tir, si la pièce a un tir court ou long. Si le pointage n'a pas besoin d'être rectifié, c'est que l'erreur provient manifestement de la fusée. Si l'éclatement a lieu trop haut, l'intervalle d'éclatement est trop court et la durée de la fusée doit être augmentée; dans le cas contraire, elle doit être diminuée.

§ 5. — Il est très-important d'étudier l'influence du décroissement de la vitesse sur l'effet utile des balles. Quelle est la plus faible vitesse à laquelle les balles conservent encore leur efficacité? Dans des expériences anglaises, la plus faible vitesse efficace a été fixée à 122 mètres environ. A défaut de données suffisamment précises, on peut supposer que cette limite inférieure de vitesse est de 152 mètres, sans craindre de rester trop au-dessous de la vérité.

Les panneaux habituellement employés sont en sapin et ont 50 millimètres d'épaisseur, comme ceux de Shoeburyness. Des *trous*, traversant de part en part, indiquent avec certitude des balles efficaces; il en est de même de la majorité des *logements* et de la minorité des *empreintes*.

Digitized by Google

En conséquence, nous admettrons ici que l'on compte comme balles efficaces les logements et non les empreintes.

La vitesse des balles dépend de la vitesse de l'obus au moment où il s'ouvre, et elle peut descendre très-bas par suite d'une longue portée, ou d'un ralentissement dû au ricochet de l'obus. Lorsqu'elles ont quitté l'obus, leur vitesse est affectée par la résistance de l'air, ou par leur ricochet.

Nous pouvons donc nous attendre à trouver que les balles perdent de leur efficacité dans le tir réel :

1° Quand la distance augmente ;

2° Lorsque l'obus éclate sur le sol ou après avoir ricoché ;

3° Lorsque l'intervalle d'éclatement augmente ;

4° Lorsque la plupart des atteintes proviennent du ricochet de la moitié inférieure du cône de dispersion.

1. — A première vue, il semblerait que le meilleur moyen de s'assurer du 1er fait serait de comparer la proportion des trous aux empreintes et logements pour différentes distances. On rencontrerait, en agissant ainsi, la difficulté suivante : aux petites distances, le nombre de balles qui ricochent est comparativement très-grand, et, comme on le montrera par la suite, le ralentissement dû à cette cause étant très-considérable, la diminution d'effet prendrait des proportions excessives et faussement attribuées à la distance. Pour tirer la question au clair, il faudrait disposer d'un terrain sur lequel aucun ricochet ne pût se produire, et malheureusement ces conditions ne se présentent jamais.

Dans les expériences de Shoeburyness et de Okehampton, des shrapnels de 16 livres R. M. L. ont été tirés à 731, 1 372, 1 829, 3 155 et 3 630 mètres. Nous allons en comparer les résultats, en omettant toutefois ceux qui ne sont pas suffisamment dignes de confiance.

On ne considérera que l'effet sur le 1er rang de panneaux, car, sur les autres, beaucoup d'empreintes et de logements pouvaient provenir de balles qui avaient déjà traversé des panneaux.

Digitized by Google

Le relevé suivant donne la proportion des empreintes et des logements aux trous, le premier de ces nombres étant pris pour unité :

PORTÉES.		EMPREINTES ET LOGEMENTS.	TROUS.
yards.	mètres.	—	—
800	731	1	2,7
1 500	1 372	1	1,9
2 000	1 829	1	0,46
3 970	3 630	1	0,03

La progression est suffisamment frappante. On peut encore la faire ressortir en prenant les nombres d'hommes mis hors de combat par obus. Les hauteurs des points d'éclatement n'ayant pas été prises pour les 2 dernières distances, on ne considère comme efficaces que la moitié des obus qui ont éclaté en avant des panneaux. Même avec cette restriction, on a le résultat suivant :

PORTÉES en mètres.	HOMMES hors de combat par obus.
731	18,2
1 372	16,1
1 829	5,4
3 630	1,0

9. — Il est comparativement facile de mettre en évidence la perte d'effet du shrapnel lorsqu'il éclate en touchant le sol ou un instant après.

D'après le Rapport d'Okehampton, 2 demi-batteries tiraient sur des panneaux semblables, dans des circonstances identiques, l'une employant des fusées percutantes, l'autre des fusées à temps. Les obus de la 1re demi-batterie ont dû éclater soit en touchant le sol, soit immédiatement après le choc; ceux de la 2e éclataient tous en l'air. Le relevé suivant donne le résultat moyen par obus :

	EMPREINTES.	LOGEMENTS.	TROUS.
	—	—	—
Après avoir touché le sol.	0,93	5,5	1,4
Éclatement en l'air.....	1,0	1,7	4,0

Digitized by Google

ou bien, en réunissant les empreintes et les logements, la proportion de leur ensemble aux trous donne :

Après avoir touché le sol.	4,6 à 1
Éclatement en l'air	0,675 à 1

Ainsi, d'après cela, les balles ont 6 fois plus de puissance quand le projectile éclate en l'air sans avoir touché le sol.

3. — La perte de puissance due à l'intervalle d'éclatement peut être appréciée d'après les expériences de Shoeburyness. On a les résultats suivants à la distance de 731 mètres, pour différents intervalles d'éclatement :

INTERVALLES d'éclatement.		EMPREINTES.	LOGEMENTS.	TROUS.
yards.	mètres.	—	—	—
50	46	4,4	6,6	94,2
100	91	1,8	23,2	32,6
150	137	0,2	16,4	16,0
200	183	1,4	13,6	6,4

Le rapport des logements et empreintes aux trous est donc :

A	46^{m}	de 1 à	8,56
A	91	—	1,3
A	137	—	0,96
A	183	—	0,42

L'effet utile va donc rapidement en diminuant.

4. — Il est difficile de déterminer avec précision la perte de puissance éprouvée par les balles qui ricochent. Cependant, comme ces dernières sont d'autant plus nombreuses que l'éclatement se produit plus bas, on peut essayer d'arriver à cette détermination en prenant les éclatements bas et en les comparant avec les plus élevés de chaque série à la distance de 731 mètres. On ne considérera que 3 intervalles d'éclatement, car les différences à 183 mètres sont trop faibles. Voici la proportion des empreintes et des logements, réunis ensemble, au nombre de trous *pris pour unité :*

Digitized by Google

INTERVALLE d'éclatement.		HAUTEUR D'ÉCLATEMENT en mètres.	PROPORTION des empreintes et logements.
yards.	mètres.		
50	46	1m,68 [éclatement bas] (1). .	0,15
		Moyenne des autres. . . .	0,077
100	91	2m,51.	1,2
		Moyenne des autres. . . .	0,67
150	137	2m,74 (2).	1,25
		Moyenne des autres	0,95

(1) Moyenne de 3 hauteurs.
(2) Moyenne de 2 hauteurs.

On voit par là que la puissance décroît quand le chiffre des ricochets augmente, et cela quoique l'éclatement bas soit favorable à l'efficacité du ricochet.

La différence entre les hauteurs étant assez faible, les nombres précédents ne mettent pas en évidence cette diminution d'effet utile d'une façon bien saisissante. Toutefois, ces hauteurs sont suffisamment significatives, surtout si l'on n'a pas oublié que le terrain sur lequel s'exécutait ce tir favorisait admirablement l'efficacité des ricochets.

SHRAPNEL PERCUTANT.

Lorsque le shrapnel est employé avec des fusées percutantes, le résultat est nécessairement tout autre que celui dont il a été question jusqu'ici. L'ouverture de l'obus et la dispersion qui en est la conséquence restent naturellement les mêmes, mais se produisent dans des conditions différentes.

Avec une fusée à temps, l'obus s'ouvre sur sa trajectoire avant d'atteindre le sol ; par conséquent, l'angle de sa trajectoire finale est *descendant*, et sa vitesse n'est diminuée que par la résistance de l'air.

Avec une fusée percutante, l'obus s'ouvre après avoir touché le sol, ayant un angle *ascendant* et une vitesse considérablement ralentie par le choc.

Digitized by Google

Quand un shrapnel percutant éclate en traversant un écran de 50 millimètres d'épaisseur, on observe que l'éclatement se produit au delà de l'écran, à une distance comprise entre $1^m,83$ et $2^m,74$. Le frottement sur un sol ordinaire retarde davantage l'obus et occasionne une action un peu plus rapide de la fusée; cependant la différence est légère et l'on observe que l'éclatement se produit à $0^m,75$ environ au delà du point où l'obus se relève sous un certain angle.

Cet angle ascendant n'a jamais été déterminé avec précision. L'auteur a cependant observé un certain nombre d'obus (armés de fusées à temps) qui éclataient en l'air ou atteignaient des panneaux après avoir touché le sol, et croit pouvoir affirmer que si l'angle de chute est inférieur ou supérieur à 6°, l'angle de relèvement le dépasse d'environ $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$.

Cet angle ascendant varie naturellement avec une foule de conditions dont les plus importantes sont la consistance et l'inclinaison du sol.

Il est évident que la première peut occasionner une grande incertitude dans le tir, même quand la nature du terrain est parfaitement connue.

La deuxième condition peut aussi influer beaucoup sur la régularité du tir. Supposons, par exemple, que l'angle de chute soit de 6° sur un sol horizontal de consistance ordinaire; l'angle de relèvement serait d'au moins 8°. Si le sol a une inclinaison de 2° descendant de la batterie vers le but, le dernier élément de la trajectoire fera un angle de 4° avec le sol incliné ; quant à l'angle de relèvement, il serait de 6° avec le sol et de 4°, par conséquent, avec l'horizontale. Avec une même pente de 2° dans l'autre sens, l'angle de la trajectoire avec le sol serait de 8° et l'angle de relèvement serait de 10°40′ avec le sol et de 12°40′ avec l'horizon. Une faible ondulation de terrain suffit pour produire de pareils effets, et, comme on le fera voir plus loin, le résultat du tir en est sérieusement affecté.

Digitized by Google

Le ralentissement dû au ricochet et la perte d'effet utile qui en résulte ont déjà été indiqués, de sorte qu'il n'est pas nécessaire d'insister davantage sur ce point.

La position du cône de dispersion relativement à la trajectoire de l'obus a été également décrite ; elle reste naturellement la même, que l'angle soit ascendant ou descendant.

L'angle ascendant a pour effet : 1° de faire monter l'axe du cône ; 2° de relever une grande partie (et dans beaucoup de cas la totalité) des balles.

1° Il est très-difficile de connaître avec précision la trajectoire de l'obus après la rencontre avec le sol, attendu que la loi du ralentissement n'est pas exactement définie. Le tableau suivant des ordonnées verticales des trajectoires en des points successifs, donnera cependant une approximation suffisante de la vérité. On trouvera encore, dans ce tableau, le demi-diamètre de la section droite du cône de dispersion aux différents intervalles d'éclatement (ce qui permettra de voir la position de la balle la plus basse), ainsi que le nombre d'hommes qui seraient atteints par les petits projectiles :

PORTÉES.		ANGLE ascendant.	10 yards (9m,14).	15 yards (13m,7).	20 yards (18m,3).	30 yards (27m,4).	40 yards (36m,6).	50 yards (45m,7).	60 yards (54m,8).	70 yards (64m,0).	80 yards (73m,1).	90 yards (82m,3).	100 yards (91m,4).	120 yards (109m,7).
yards.	mètr.													
1 000	914	2°55′	0,43	0,64	0,85	1,28	1,68	2,10	2,50	2,86	3,23	3,57	3,9	4,5
1 300	1 189	4°9′	0,58	0,91	1,25	1,89	2,50	3,08	3,66	4,24	4,82	5,36	5,9	6,1
1 600	1 463	5°31′	0,79	1,22	1,65	2,41	3,20	3,96	4,72	5,5	6,19	6,89	7,6	8,3
2 000	1 829	8°0′	1,22	1,80	2,38	3,54	4,69	5,82	6,95	8,0	9,0	9,9	10,8	11,6
2 300	2 103	9°45′	1,52	2,22	2,90	4,33	5,73	7,10	8,50	—	—	—	—	—
2 600	2 377	11°40′	1,77	2,65	3,50	5,21	6,89	8,53	10,1	—	—	—	—	—
3 000	2 743	14°20′	2,07	3,11	4,11	6,13	8,11	10,1	12,0	—	—	—	—	—
Rayon du cône de dispersion.		.....	0,64	0,94	1,28	1,92	2,56	3,20	3,81	4,48	5,12	5,76	6,4	7,01
Nombre d'hommes atteints.		.....	3	4	5	8	10	12	15	17	20	22	24	27

D'après ce tableau, il est aisé de voir de combien est

Digitized by Google

diminué l'effet utile du shrapnel lorsqu'il éclate après avoir touché le sol.

Par exemple, à la distance de 914 mètres, si un obus percutant de 16 livres frappe le sol à 46 mètres en avant d'un panneau de $1^m,83$ de hauteur, le centre du cône de dispersion passe à $0^m,27$ au-dessus de la crête du panneau ; il en passe à $0^m,17$ s'il est court de 91 mètres. Dans ce dernier cas, le demi-diamètre du cône est de $6^m,40$. On a comparé, dans la figure 5, deux shrapnels éclatant à cette distance de 914 mètres, l'un avec une fusée à temps, l'autre avec une fusée percutante. Le panneau a $17^m,07$ de long sur $1^m,83$ de haut. Le cercle dont le centre est en A (à $2^m,07$ au-dessus de la crête du panneau) correspond à un obus percutant qui frapppe le sol à 91 mètres en avant. Le point B, centre du cône d'un shrapnel à temps qui avait éclaté à 91 mètres en avant, coïncide avec le centre du panneau. Les portions des gerbes qui passent par-dessus le but, celles qui l'atteignent directement et celles qui donnent des ricochets sont représentées par les parties des cercles qui sont situées *au-dessus, sur la surface* et *au-dessous* du panneau. Ici, la perte d'effet dû à l'emploi de la fusée percutante est considérable, principalement par suite d'un manque de ricochet efficace.

A 1 189 mètres le meilleur intervalle d'éclatement pour l'obus de 16 livres, avec fusée à temps, a été donné de 73 mètres. Le cercle, dont le centre est en A (fig. 6) correspond à un shrapnel percutant qui éclate dans ces conditions; celui dont le centre est en B (centre du panneau) correspond à un shrapnel à temps. La ligne pointillée, dont le centre est en C, représente un obus percutant, éclatant à 110 mètres, et les arcs interrompus, dont le centre est en B, un obus à temps, éclatant à la même distance. La perte d'effet utile de l'obus percutant augmente graduellement avec la distance.

Pour obtenir une certaine similitude d'effet entre les deux sortes de projectiles, il conviendrait de les faire éclater

Digitized by Google

beaucoup plus près du panneau. Dans la figure 7, A est un shrapnel percutant, B un shrapnel à temps, éclatant l'un et l'autre à 27 mètres en avant du but, à la distance de 1463 mètres.

Ici, les surfaces atteintes ne sont pas très-dissemblables, mais le résultat est encore favorable à la fusée à temps. Cette dernière a l'avantage de fournir des ricochets qui font absolument défaut à la fusée percutante; néanmoins, comme, à 27 mètres, les balles arrivent ensemble assez serrées, les deux effets sont à peu près équivalents. Mais, pour obtenir cette similitude d'effet, on a dû prendre un cas tout particulier. L'obus percutant, éclatant à 27 mètres du but, n'embrasse qu'un front de 9 hommes, tandis que l'obus à temps, éclatant à 73 mètres du but, en atteindrait 20. Si l'on faisait éclater l'obus percutant à l'intervalle de 73 mètres, la surface atteinte du panneau serait comparativement bien plus petite, et, tandis que l'éparpillement des balles aurait augmenté, le ricochet (qui serait plus que jamais nécessaire pour remplir les vides) manquerait totalement. — A 110 mètres, la disproportion serait encore plus marquée.

Dans la figure 8, les deux cercles A et B permettent de comparer l'effet des fusées percutantes et à temps à 1463 mètres de distance, et à un intervalle d'éclatement de $36^m,5$. Les cercles CD, EF correspondent à un intervalle d'éclatement de 91 mètres. La différence des effets est ici bien plus sensible que tout à l'heure.

A 1829 mètres, un obus percutant, court de 27 mètres, ne toucherait que le sommet du panneau avec les balles les plus basses du cône; pour un intervalle d'éclatement de $36^m,5$, il le manquerait totalement. — A 2103 mètres, il l'effleurerait pour un intervalle de 18 mètres et le manquerait pour un intervalle de 27 mètres. — A 2378 mètres, il le manquerait totalement pour un intervalle de 18 mètres, et à 2743 mètres pour un intervalle de 14 mètres.

La perte occasionnée par l'emploi des fusées percu-

Digitized by Google

tantes peut être clairement démontrée par la comparaison des balles mises dans une cible telle que celle de la figure précédente. Distance de tir : 1600 yards (1463 mètres), — intervalle d'éclatement, 40 yards (37 mètres).

Fusée à temps.

	SURFACE ATTEINTE.	BALLES.
Atteintes directes . .	$9^{mq},20$	61
$\frac{1}{3}$ des ricochets. . . .		7
	$9^{mq},20$	68

Fusée percutante.

Atteintes directes . .	$8^{mq},62$	24

Bien entendu, il n'y a pas de ricochet avec l'obus percutant.

Dans le 1er cas, non-seulement le rapport du nombre de balles à la surface (7,5 par mètre carré) est plus grand que dans le 2e (6,6 par mètre carré), mais la surface atteinte est environ 2 fois et demie plus considérable.

On peut admettre que, si la hauteur du panneau est de $1^{m},83$, un obus percutant, dont le cône dirigerait son axe à environ 30 centimètres de la crête, produirait le maximum d'effet.

En acceptant l'exactitude de cette hypothèse, on trouvera dans la table suivante les meilleurs intervalles d'éclatement d'un shrapnel percutant pour un certain nombre de distances de tir, ainsi que le nombre d'hommes atteints. La dernière colonne indique le nombre d'hommes atteints par le shrapnel à temps aux mêmes distances.

DISTANCES DE TIR.		INTERVALLES d'éclatement.	NOMBRE d'hommes atteints par le shrapnel percutant.	NOMBRE d'hommes atteints par le shrapnel à temps.
yards.	mètres.	mètres.		
1 000	914	37	10	24
1 300	1 189	23	7	20
1 600	1 463	18	5	20
2 000	1 829	11	4	20
2 300	2 103	9	3	15
2 600	2 377	8	3	15
3 000	2 743	6,4	2	15

Digitized by Google

Non-seulement cette faible dispersion entraîne, comme on l'a déjà montré, une perte d'effet considérable, mais elle augmente encore les difficultés de la conduite du tir, puisqu'elle donne une extrême importance aux erreurs en direction. Prenons par exemple une distance de tir de 1463 mètres. Le meilleur intervalle d'éclatement pour un shrapnel percutant est de 18 mètres à cette distance, et le diamètre du cône est de $2^m,56$. Si l'obus dévie de $1^m,25$ à droite ou à gauche, la moitié de l'effet est perdu; c'est la totalité de cet effet si la déviation atteint seulement $2^m,60$. Avec un shrapnel à temps, on n'a pas à se préoccuper de pareilles déviations, puisque le cône a un diamètre de $10^m,21$.

Les tables suivantes montrent à quel point l'emploi du shrapnel percutant est plus difficile que celui du shrapnel à temps, au simple point de vue de la justesse du tir. Elles donnent les limites entre lesquelles chaque genre de projectile est efficace.

Portées.		SHRAPNEL PERCUTANT. Intervalle d'éclatement			SHRAPNEL A TEMPS. Intervalle d'éclatement		
		efficace.	bon.	mauvais.	efficace.	bon.	mauvais.
yards.	mètres.	mètres.	mèt.	mètres.	mètres.	mèt.	mètres.
1 000	914	De 20 à 100	40	Au delà de 170	De 10 à 150	100	Au delà de 250
1 300	1 189	20 à 70	25	145	10 à 120	80	220
1 600	1 463	15 à 50	20	100	10 à 110	80	190
2 000	1 829	10 à 25	12	50	10 à 100	80	170
2 300	2 103	5 à 15	10	30	10 à 90	60	150
2 600	2 377	5 à 12	9	20	10 à 95	60	135
3 000	2 743	5 à 10	7	15	10 à 80	60	120

L'existence de cette difficulté croissante de l'emploi des obus percutants comparé à celui des obus à temps est incontestable, et cependant on peut dire qu'on la surmonte plus aisément que les difficultés éprouvées pour le perçage exact des fusées a temps et pour la juste estimation des effets produits par leur fonctionnement. Avec les fusées percutantes, la première de ces difficultés n'existe pas, et

Digitized by Google

la deuxième ne se manifeste que dans une certaine mesure. Telle est sans doute la réalité; cependant quand le tir est lent (ainsi qu'il devrait toujours être, sauf dans des circonstances très-exceptionnelles), quand les cadres et les hommes sont convenablement instruits, que la surveillance des officiers s'exerce judicieusement, ces difficultés, qui ne disparaissent jamais totalement, sont réduites à un certain minimum, et la supériorité des obus à temps sur les obus percutants manque rarement de s'affirmer.

Si l'on compare les obus à temps avec les percutants devant des panneaux représentant des troupes en formation d'attaque, la supériorité des obus à temps est très-marquée.

OBUS.	PORTÉES.		HOMMES HORS DE COMBAT.			
			Fusée à temps.		Fusée percutante.	
	yards.	mètres.				
9 livres. . .	1 500	1 372	38	143	13	56
	2 100	1 920	33		21	
	2 950	2 697	72		22	
16 livres. . .	1 500	1 372	57	203	21	119
	2 100	1 920	37		14	
	2 950	2 697	109		84	

II. Nous admettrons comme un résultat de l'expérience que 5° est le plus grand angle de relèvement sous lequel une balle de shrapnel percutant conserve, même aux petites portées, une efficacité suffisante. Cela nous donne un moyen de calculer la portion d'effet utile que perd le cône de dispersion à différentes distances, en supposant un but de 6 pieds de haut ($1^m,83$) et des intervalles d'éclatement convenables. Les résultats de ce calcul sont donnés ci-dessous :

A 1 000 yards		914 mètres		0,184 du cône sont perdus.	
1 300	—	1 189	—	0,36	—
1 600	—	1 463	—	0,56	—
2 000	—	1 829	—	0,92	—

Digitized by Google

Dans le cas d'un shrapnel à temps, les balles sortent de l'obus, aux grandes distances, avec des vitesses comparativement faibles; mais, l'angle de dépression étant plus grand, elles ont moins d'espace à parcourir, conservent ainsi une vitesse très-suffisante, et la totalité du cône est composée de projectiles efficaces.

Dans le cas du shrapnel percutant, la vitesse de l'obus diminue avec la distance, de la même manière que pour le shrapnel à temps; mais l'analogie entre les deux obus s'arrête là. Les balles sont affectées non-seulement par cette diminution normale de vitesse, mais encore par le ralentissement provenant du choc sur le sol. Ces deux causes de déperdition augmentent rapidement avec la distance et, par suite, avec l'amplitude des angles de chute et de relèvement.

Si l'on tient compte de toutes les particularités qui précèdent, on voit comment le shrapnel percutant perd son efficacité à partir du moment où les balles sont mises en liberté, et combien peu de ces dernières, même aux distances moyennes, ont conservé assez de force vive pour agir réellement, lorsqu'elles sont redescendues suffisamment bas. En d'autres termes, la surface atteinte par le shrapnel percutant comparé au shrapnel à temps, est très-restreinte et diminue rapidement avec la distance.

Si un obstacle, naturel ou artificiel, est interposé entre un shrapnel percutant et le but, la perte d'effet devient très-considérable.

Prenons, par exemple, le parapet du retranchement à canon (*gun pit*) des expériences d'Okehampton. Ce parapet avait $0^m,91$ de haut et l'excavation du terre-plein $0^m,76$ de profondeur. Un homme de $1^m,83$ se tenant debout, n'avait donc que $0^m,16$ d'exposé au feu. Dans le service de la pièce, les servants occupaient leurs postes ordinaires : les n°s 2 et 3 étaient à $1^m,68$ et les n°s 4 et 5 à $3^m,35$ en arrière du parapet. On tirait avec un canon de 16 livres. La portée était de 1855 mètres et l'angle de

Digitized by Google

relèvement de l'obus percutant était, par suite, d'environ 8°.

Le tableau suivant donne les portions du corps qui sont exposées aux balles dans ces conditions :

INTERVALLE d'éclatement.		2e ET 3e SERVANTS.	1er, 4e ET 5e SERVANTS.
yards.	mètres.	millimètres.	millimètres.
10	9	0	0
20	18	38	0
30	27	64	10
40	37	79	38
50	46	88	55

Dans de pareilles conditions, des hommes, même de la plus haute taille, se tenant tout droit, ne sont que très-peu exposés. Un homme de petite taille, se baissant légèrement, serait parfaitement en sûreté.

Pour la même portée et avec des obus à temps, l'angle de chute est de 6°. En faisant éclater l'obus un peu haut, on obtient un angle plus grand pour les balles efficaces les plus basses de la gerbe. Dès lors, supposons que le parapet soit atteint par une fraction du cône de dispersion correspondant au quart du diamètre de ce cône. L'obus éclatera à des hauteurs au-dessus du sol qui correspondront, ainsi qu'il suit, aux intervalles d'éclatement :

10 yards	9 mètres	court	1m,52
20 —	18 —	—	2 ,19
30 —	27 —	—	2 ,89
40 —	37 —	—	3 ,57
50 —	46 —	—	4 ,27

et les portions du peloton de la pièce qui seront exposées au feu pourront être mesurées par les nombres suivants :

			2e ET 3e SERVANTS.	1er, 4e ET 5e SERVANTS.
			millimètres.	millimètres.
10 yards	9 mètres	court	283	557
20 —	18 —	—	204	408
30 —	27 —	—	180	363
40 —	37 —	—	168	332
50 —	46 —	—	158	317

Digitized by Google

Ces nombres supposent que le parapet ne souffre pas et que les balles qui l'écrêtent n'ont aucun effet. En réalité, cependant, le parapet est endommagé, et il est traversé par un certain nombre de balles qui, arrivant sous l'angle de chute correspondant à l'obus à temps, ont une vitesse restante suffisante pour produire des effets meurtriers.

On peut donc hardiment affirmer que, dans le cas dont il s'agit, le shrapnel à temps est bien plus efficace que le shrapnel percutant.

En outre des pertes d'hommes dans les retranchements eux-mêmes, il faut se rappeler que le terrain en arrière du but est atteint, dans le cas des fusées à temps, par un feu efficace sur une longueur de plusieurs centaines de mètres. Le remplacement des munitions et des hommes manquants serait, pour cette raison, un service extrêmement dangereux. Au contraire, avec l'obus percutant dont les balles, même les plus basses, se dirigent de bas en haut, cet avantage d'un feu plongeant fait totalement défaut.

Quand on emploie le shrapnel percutant, les remblais, les talus des fossés et les moindres inégalités du sol offrent une protection considérable à l'infanterie et à l'artillerie. Le feu plongeant du shrapnel à temps n'éprouverait pas de grandes pertes d'effet contre de pareils obstacles.

Une légère élévation de terrain en avant du but est très-préjudiciable à l'effet d'un obus percutant, puisqu'elle intercepte une grande partie de la gerbe quand l'éclatement se produit très-près de terre. Quand l'obus la frappe directement, elle augmente beaucoup l'angle de relèvement ainsi que le ralentissement qui résulte du choc. Une telle disposition du terrain n'amoindrit nullement d'ailleurs l'effet matériel du shrapnel à temps, en supposant même qu'il éclate aussi près de terre que le shrapnel percutant.

Digitized by Google

Dans un tir décrit dans le Rapport d'Okehampton, la portée était de 1 372 mètres; les panneaux représentaient 8 servants d'une pièce de 16 livres; en arrière, 2 panneaux carrés de $1^m,83$ de côté figuraient les avant-trains et les conducteurs descendus de cheval. Le canon était placé à environ 45 mètres en arrière d'un monticule présentant de tous les côtés une pente de $\frac{1}{16}$. Sa bouche seule était visible quand elle était pointée. Les 2 panneaux carrés étaient, le premier à 32 mètres et le deuxième à 46 mètres en arrière. Le sol était une tourbière desséchée et résistante reposant sur un lit d'argile, excellent terrain pour le jeu des fusées percutantes. Voici les résultats du tir de 8 projectiles de chaque pièce :

OBUS.	SERVANTS hors de combat.	ATTEINTES.			
		Canon.	Roues.	1er panneau.	2e panneau.
Percutant. .	2	0	0	1	1 (2)
A temps . .	8 (1)	1	22	17	18

(1) C'est-à-dire tout le peloton de la pièce.
(2) Atteinte directe de l'obus entier.

Le tir dura 3 minutes avec les obus percutants, 2 minutes avec les obus à temps.

Une partie de la perte d'effet utile de l'obus percutant, peut être due à une autre cause, qui a déjà été signalée précédemment. On a fait voir que, pour obtenir de bons effets, on devait faire éclater l'obus très-près du but, aux distances ordinaires de tir. Quand le cône arrive sur le panneau, il n'a donc qu'un faible diamètre, ce qui exige un tir très-soigné, source de difficultés si le terrain est inégal, le vent violent ou le but mobile. En outre, toute irrégularité du sol qui tend à faire dévier la pointe de l'obus doit avoir une action perturbatrice. Dans l'exemple qui vient d'être cité, le meilleur intervalle d'éclatement aurait été d'environ 16 mètres, correspondant à un dia-

Digitized by Google

mètre du cône de $2^m,28$ seulement. L'effet d'un obus déviant de $2^m,60$ à droite ou à gauche de la pièce qui servait de but, aurait été entièrement perdu.

Dans cette dernière expérience, la différence des effets en arrière du but est extrêmement accusée. Cela nous conduit à comparer les résultats obtenus avec les deux sortes de fusées dans le cas où le but a de la profondeur. L'obus percutant, devant éclater après avoir touché le sol, avec un angle ascendant, ne peut produire qu'un effet comparativement faible et seulement sur la partie antérieure du but. Il ne peut pas distribuer son feu sur toute la profondeur, d'avant en arrière, comme fait l'obus à temps.

Tir comparatif de shrapnels percutants et à temps contre des panneaux représentant un régiment de cavalerie en colonne par escadrons.

8 rangées de 12 panneaux carrés de $2^m,74$ de côté et de 50 millimètres d'épaisseur. — $3^m,80$ d'un rang à l'autre de chaque escadron, $8^m,38$ entre les escadrons, $27^m,4$ de front, $40^m,4$ de profondeur. — Portée : 1 829 mètres.

Les pièces tirent au même niveau que les panneaux :

SHRAPNELS.	NOMBRE de coups.	ATTEINTES TOTALES.			TOTAL général.	TOTAL des hommes hors de combat
		Trous.	Logements.	Empreintes.		
Percutant..	36	222	194	1 158	1 574	131
A temps . .	36	397	131	934	1 512	182

En comparant les résultats détaillés des deux tirs, on remarque l'égale répartition des atteintes de l'obus à temps sur toute la colonne, tandis que l'arrière paraît presque vierge des atteintes de l'obus percutant. Le relevé de la dernière colonne (182 et 131) montre d'une façon très-marquée la supériorité de l'obus à temps. Si, déduisant les

Digitized by Google

extinctions de fusées et les projectiles qui ont dépassé le but, nous ne conservons que les 28 obus à temps efficaces, le résultat est encore plus frappant; les nombres d'hommes mis hors de combat par obus, sont : 6,5 pour l'obus à temps; — 3,6 pour l'obus percutant.

La comparaison des nombres de trous (397 et 222), qui attribue au shrapnel à temps un effet utile bien plus considérable, donne une moyenne de 14,2 par obus à temps efficace, et de 6,2 par obus percutant.

Quand le sol sur lequel le but est placé présente une pente rapide qui descend vers la batterie, la perte d'effet n'est pas sensible avec les fusées à temps. Les combattants exposés au feu dans une position de cette nature, éprouveraient de très-grandes difficultés à se couvrir contre un tir nécessairement plongeant. Le cas est tout autre avec les fusées percutantes; si la pente est considérable, à moins que le terrain ne soit extrêmement favorable à leur fonctionnement, ou les obus s'enterrent d'eux-mêmes, ou bien ils se relèvent sous un grand angle avec une vitesse très-amoindrie et le résultat est hors de toute proportion avec les munitions consommées.

Avec un terrain mou et moyennement accidenté, la perte est tout à fait extraordinaire, ainsi qu'on peut s'en assurer par le tableau suivant:

SÉRIES.	CANONS.	PORTÉES.	NOMBRES d'obus.	INTERVALLES d'éclatement.	TROUS.	EMPRINTES.	LOGEMENTS.
	livres.	mètres.		mètres.			
1	16	1 189	5	De 11 à 15	12	1	6
2	9	»	3	1 10	24	13	10
3	16	»	7	1 20	7	3	6
4	9	»	5	1 20	14	20	9
5	16	1 280	5 (1)	3 80	68	34	5
6	9	»	2	15 20	2	—	—
7	16	»	6 (1)	4 20	64	47	13
8	9	»	1	0 20	»	—	»

(1) 2 coups, trop courts de 366 mètres et de 91 mètres, n'ont pas été comptés.

Digitized by Google

Dans les séries 5 et 7, l'effet paraît dû à un obus qui a éclaté très-court. Dans la 5e, deux panneaux adjacents (figurant un front de 7 hommes seulement) ont reçu 102 atteintes, sur un total de 107. Dans la 7e, la même étendue de front a reçu 76 atteintes sur 124. Il n'y a donc pas eu de dispersion efficace.

Quand le but, au lieu d'être immobile, comme on l'a supposé jusqu'ici, est en mouvement, le shrapnel percutant présente encore une plus grande infériorité sur le shrapnel à temps. En premier lieu, il est difficile de réaliser le tir très-juste qui serait nécessaire pour obtenir le plein effet des deux espèces de projectiles. En second lieu, le but s'est déplacé pendant que l'obus décrit sa trajectoire dans l'air ; par suite, le meilleur tir peut rester sans effet, à moins qu'il n'ait été tenu compte du déplacement du but dans le pointage, ce qui n'est pas moins difficile. Prenons pour exemple une troupe d'infanterie s'avançant par bonds sous le feu d'un canon de 16 livres à 1 577 mètres ; la durée du trajet du projectile est dans ce cas de 5 secondes. La troupe, marchant à raison de $2^m,75$ par seconde, aura parcouru $\pm$ $13^m,75$ pendant le temps que l'obus reste en l'air. A une pareille distance, une erreur de $\pm 13^m,75$ aurait une influence sérieuse sur l'effet d'un obus percutant, tandis qu'elle n'affecterait en rien celui d'un obus à temps.

Quand la distance augmente, la perte d'effet, de plus en plus sensible avec le shrapnel à temps, ainsi que nous l'avons déjà dit, devient beaucoup plus considérable quand on fait usage de fusées percutantes. Nous ne trouvons malheureusement que deux distances de tir pour lesquelles on puisse établir une différence d'action bien nette, ce sont 1 829 mètres et 3 593 mètres. Encore ne considérerons-nous que l'effet produit sur la première rangée de panneaux, afin d'éliminer tous les obus qui, ayant éclaté en traversant l'une des rangées, pourraient être assimilés à des obus à temps :

Digitized by Google

PORTÉES.	TROUS.	LOGEMENTS.	EMPREINTES.	HOMMES hors de combat.
—	—	—	—	—
mètres.				
1829	16	11	66	17
3593	3	2	116	3

La grande proportion d'empreintes à la dernière distance et le petit nombre d'hommes hors de combat mettent en évidence une grande perte d'effet utile.

Dans un parallèle entre les shrapnels percutants et à temps, il est impossible de ne pas comparer les mérites relatifs des fusées avec lesquelles on les emploie.

Les fusées percutantes fonctionnent certainement aussi bien que possible. Elles peuvent être transportées avec les obus ; leur préparation est extrêmement simple (même quand la goupille de sûreté n'est pas retirée, elles fonctionnent généralement avec l'obus de 16 livres); leur action ne laisse rien à désirer et la proportion de ratés pour 100 est extrêmememement faible. Peut-on dire que, dans son genre, la fusée à temps soit aussi parfaite?

1° Les fusées à temps ne peuvent pas être transportées avec les obus. — 2° Elles peuvent rarement être préparées à l'avant-train, parce que, en présence de l'ennemi, cet avant-train est souvent, on peut même dire généralement, à une distance considérable de la pièce; et pendant le temps que le sixième servant perd en allées et venues et pendant l'opération du perçage, la distance de tir peut varier. — 3° Si on les prépare à l'avant-train, le premier servant ne peut pas voir si elles sont bien ou mal percées, puisque cette opération est faite, à une certaine distance de lui, par le septième servant. Aussi, on a établi en principe que le premier servant devait, dans la plupart des cas, faire cette opération lui-même. Mais il a déjà bien assez à faire de surveiller le service de la pièce; il doit être constamment attentif aux instructions de l'officier commandant, pointer la pièce avec soin et observer l'effet de son tir. Outre cela, la manipulation des projectiles

Digitized by Google

Anglession - Echelle de $\frac{1}{600}$.

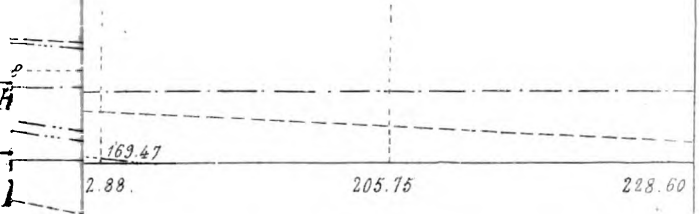


Fig 4

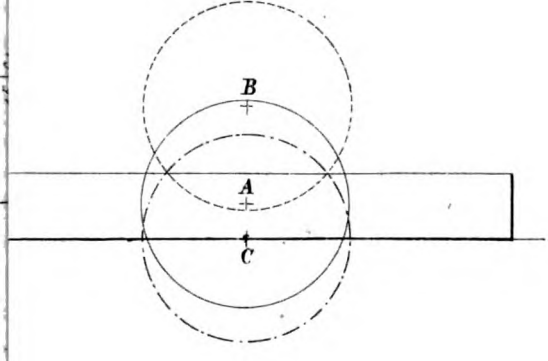
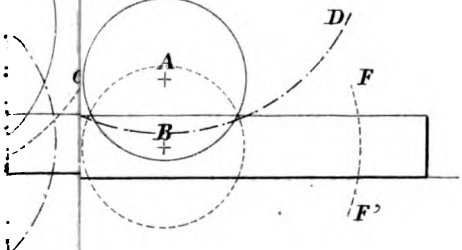


Fig 8



Digitized by Google

Digitized by Google

sous le feu de l'ennemi n'est pas absolument exempte de danger. — 4° Même avec l'appareil à percer, il y a des chances de mal percer; dans le perçage à la main, ces chances sont encore plus probables; en outre, avec le perçage à la main, le premier servant pourra être tenté de percer à 1 millimètre près, ce qui sera généralement nuisible dans la pratique du tir. — 5° La combinaison des secondes de durée et des millimètres de longueur fait souvent naître dans l'esprit des hommes et des gradés une très-grave confusion, surtout quand le tir doit être rapide et que l'attention doit se partager sur plusieurs autres points. — 6° Dans les pièces qui se chargent par la bouche, l'inflammation de la fusée au moyen de la mèche vive n'est pas entièrement satisfaisante. Ce qui rend les fusées de fabrication ancienne plus lentes que les neuves, c'est au moins autant une détérioration de cette mèche qu'une altération dans l'état de la composition fusante. Il n'est même pas douteux que, par un temps pluvieux ou simplement humide, quoique la mèche ne soit mise à nu que pour un instant très-court, il se produit une perte considérable de vivacité d'inflammation et même des chances de raté. — 7° Les particularités du trajet dans l'air ont une très-grande influence sur ces fusées. — 8° La table suivante indique les résultats qu'on peut obtenir de ces fusées, en les employant avec le canon de 16 livres :

TABLEAU.

Digitized by Google

FUSÉES DE 5 SECONDES.				FUSÉES DE 9 SECONDES COMMENÇANT A 1 POUCE (2cent.,54)			
Longueur du canal fusant.		Portées.	Différences de portée dues à 1/2 dixième de pouce.	Longueur du canal fusant.		Portées.	Différences pour un dixième de pouce.
Dixièmes de pouce.	Mill.			Dixièmes de pouce.	Mill.		
		mètres.	mètres.			mètres.	mètres.
1,0	2,5	183	—	10	25	1 577	—
1,5	4,0	269	87	11	28	1 714	137
2,0	5,0	357	87	12	30	1 847	133
2,5	6,5	443	82	13	33	1 980	133
3,0	7,5	526	82	14	35	2 108	128
3,5	9,0	608	82	15	38	2 236	128
4,0	10,0	690	82	16	40	2 359	123
4,5	11,5	768	78	17	43	2 483	123
5,0	12,0	846	78	18	46	2 601	123
5,5	14,0	923	78	19	48	2 720	119
6,0	15,0	1 001	78	20	51	2 835	114
6,5	16,5	1 074	73				
7,0	18,0	1 147	73				
7,5	19,0	1 221	73				
8,0	20,0	1 294	73				
8,5	21,5	1 367	73				
9,0	23,0	1 440	73				
9,5	24,0	1 508	69				
10,0	25,4	1 577	69				

Jusqu'à 1577 mètres, les distances entre les points d'éclatement laissent peu de chose à désirer; mais dès que cette limite est dépassée et que la fusée de 5 secondes ne sert plus, les différences vont du simple au double. En d'autres termes, quand la portée augmente et qu'il devient plus que jamais nécessaire de produire l'éclatement entre des limites plus étroites, la possibilité d'y atteindre disparaît. Supposons, par exemple, le but à 1 700 mètres. On a le choix entre un éclatement à 1 714 mètres, distance où tout l'effet est absolument perdu, et un autre à 1 577 mètres, soit de 123 mètres court. Cet intervalle d'éclatement, comparé à 73 mètres, qui est le meilleur à cette portée, comme on l'a fait voir, entraînerait à coup sûr une perte d'effet considérable.

Traduit de l'anglais par CH. MICHEL,

Capitaine au 3e régiment d'artillerie.

(*A suivre*).

Digitized by Google

INSTRUCTIONS PRATIQUES

DE

L'ARTILLERIE ITALIENNE.

INSTRUCTION PROVISOIRE SUR L'APPRÉCIATION ET LA MESURE DES DISTANCES.

(*Fin*) [1].

III. — APPRÉCIATION DES DISTANCES PAR L'OBSERVATION DE TROUPES A CHEVAL, DE PIÈCES ET DE VOITURES D'ARTILLERIE, ENFIN PAR CELLE DES POINTS REMARQUABLES DU TERRAIN.

Les hommes appelés à recevoir cette partie de l'instruction sont réunis en groupes de 20 hommes au plus, en tenue de travail et sans armes ; la troupe qui sert de but pour les observations prend successivement les différentes tenues et équipements.

Les hommes proclamés habiles à la suite des concours, et qui ont fait preuve d'une aptitude particulière pour apprécier les distances à vue, peuvent être appelés à prendre part, avec les cadres, aux exercices d'appréciation au moyen de troupes de cavalerie et d'artillerie.

1° Appréciation des distances par l'observation de troupes à cheval, de pièces et de voitures d'artillerie. — On commence cette instruction en faisant observer une pièce d'artillerie placée successivement à 1 000, 1 500 et 2 000 mètres, et derrière laquelle on dispose un caisson à une distance de 60 à 200 mètres, toujours la même pour les trois stations que doit successivement occuper la pièce. Près de celle-ci se trouve le chef de pièce avec un

(1) Voir *Revue d'Artillerie*, avril 1878.

Digitized by Google

trompette, tous deux à cheval à quelque distance l'un de l'autre.

Pour les premières leçons, la pièce et le caisson présentent le flanc aux observateurs ; plus tard, la pièce est mise en batterie, face à ceux-ci, ainsi que l'avant-train et le caisson ; dans ce cas, les servants manœuvrent la pièce.

Celle-ci étant en place ainsi que son caisson, l'instructeur, en se conformant aux règles prescrites pour les exercices précédents, appelle l'attention de ses hommes :

1° Sur les voitures, c'est-à-dire sur leur disposition et leur espèce, sur les caractères distinctifs des deux trains, sur les roues, les parties les plus apparentes du chargement, enfin sur le modèle de la bouche à feu, quand il y a lieu ;

2° Sur les chevaux, c'est-à-dire sur le nombre des attelages, en distinguant le porteur du sous-verge ; sur le harnachement, le paquetage, etc. ;

3° Sur les hommes, en en remarquant la disposition et le nombre, en distinguant le chef de pièce, les conducteurs, les servants, ainsi que leur tenue, leur armement, etc. ;

4° Sur le terrain, en observant s'il favorise ou gêne la vue du but, et faisant remarquer les causes qui peuvent induire en erreur ;

5° Sur la lumière, suivant que son intensité et sa direction rendent ou non la vision des objets facile et bien distincte.

L'instructeur interroge ensuite ses hommes sur leurs propres impressions, puis leur indique la distance à laquelle se trouvent respectivement la pièce et le caisson. On procède de la même manière pour les deux autres distances auxquelles se transporte successivement la pièce, à un signal convenu de l'instructeur.

On répète cet exercice et ces observations aux distances de 2 000 et 2 500 mètres, avec deux pièces formant une

Digitized by Google

section, placée d'abord de flanc, puis en bataille, et enfin en batterie, et accompagnée, comme plus haut, de quelques hommes à cheval. On termine en faisant marcher et manœuvrer la section, tout en la maintenant sur un terrain suffisamment limité pour que sa distance au peloton des observateurs ne varie pas sensiblement.

Quand on le peut, on fait à ces mêmes distances des observations sur des groupes nombreux de cavaliers, et encore sur une batterie entière disposée d'abord en colonne par le flanc, par pièce et par section, puis formée en bataille et en batterie aux distances successives de 2 000, 2 500 et 3 000 mètres.

Pour ces observations, l'instructeur donne comme base les règles générales suivantes : à 1 800 mètres, un homme doué d'une vue moyenne peut compter les pièces et les caissons en marche par le flanc, sans pouvoir toutefois distinguer toujours la nature des voitures ; à 2 000 mètres, il distingue encore la cavalerie de l'artillerie, mais les hommes et les chevaux n'apparaissent plus que comme des points ; à 3 600 mètres, on peut encore compter les fenêtres d'une maison. Dans tous les cas, pour apprécier de semblables distances, il convient, avant tout, de tenir compte de l'observation attentive du terrain lui-même.

Lorsque ces exercices ont été répétés dans des conditions de terrain et de lumière différentes, on passe à l'application en faisant occuper successivement soit par une pièce, soit par une section, des positions semblables à des distances comprises entre 1 000 et 1 500 mètres et qu'on fait alors apprécier à la troupe. La première fois, on facilite l'appréciation au moyen d'un point de comparaison, en plaçant devant ou derrière les pièces qu'on observe, à une distance comprise entre 300 et 600 mètres environ, soit un groupe de cavaliers, soit une pièce ou un caisson, etc., et en indiquant aux hommes la distance de ces repères. Quand sur le terrain se trouvent des signaux naturels bien visibles dont on connaît la distance à la troupe

Digitized by Google

et aux pièces qu'on observe, on peut aussi les donner comme points de comparaison aux observateurs.

Dans ces exercices il convient souvent, après qu'on a apprécié une ou deux distances, de faire changer le point de station du peloton d'observateurs, qu'on conduit alors à la nouvelle position au pas de course et autant que possible par des chemins détournés.

Les distances sont mesurées préalablement et aussi exactement que possible, soit avec le télémètre, soit au moyen d'une carte à grande échelle ou de tout autre procédé suffisamment précis, puis on les fait connaître à la troupe dès que chacun a exposé le résultat de ses observations.

2° Appréciation des distances par l'observation des points remarquables du terrain. — Cette partie de l'instruction se donne en un point de station choisi de façon qu'on puisse voir bien distinctement dans les alentours certains points remarquables bien apparents, comme de gros arbres de forme particulière, des chemins, des jardins, des maisons, des ponts, etc., situés à des distances variables entre 1000 et 3000 mètres environ; on évite autant que possible de se servir, comme points de repère, de signaux artificiels, jalons, fanions ou autres. Les distances sont mesurées préalablement au moyen du télémètre ou de tout autre instrument, ou bien sur la carte. Dans ce dernier cas, on peut, autour de certains points principaux choisis comme station, tracer des cercles de 100 en 100 mètres, et diviser ainsi le terrain en autant de zones qui permettent à l'instructeur d'avoir immédiatement la distance de tous les points contenus dans chacune d'elles.

L'instructeur commence par montrer à ses hommes quelques-uns des points remarquables qu'il a choisis, leur en indique la distance et prescrit d'observer avec attention toutes les particularités de chacun de ces objets ainsi que le terrain qui le sépare du point de station. Il

Digitized by Google

fait ensuite apprécier la distance des autres points de plus en plus éloignés, rectifie les erreurs commises et se fait enfin désigner les objets d'alentour que l'on juge se trouver à la même distance du point de station.

On répète souvent ces exercices en changeant de terrain, d'heure, de conditions de lumière, etc. On doit en outre saisir toutes les occasions d'appliquer ces principes en utilisant pour cela les points d'où l'on peut faire quelques observations, comme les champs de manœuvre, les étages supérieurs des quartiers, les bastions de la fortification ; on contrôle toujours les distances des points les plus visibles au moyen des instruments ou de la carte.

On ne doit pas manquer de faire des observations pendant les marches et les manœuvres, et de faire apprécier réellement la distance des buts qu'on suppose devoir battre dans les exercices tactiques et les manœuvres combinées, en ayant toujours soin de vérifier les appréciations au moyen du télémètre ou de la carte et en contrôlant encore, quand on le peut, ces résultats par le tir de l'artillerie adverse.

IV. — MESURE DES DISTANCES AU MOYEN DU TEMPS EMPLOYÉ PAR LE SON A LES PARCOURIR.

Après avoir, dans des exercices préliminaires, appris aux hommes à compter suivant la cadence qui correspond au temps employé par le son pour parcourir une distance de 100 mètres, on leur enseigne à appliquer ce procédé à la mesure même des distances.

Les pelotons doivent comprendre 15 hommes au plus.

1° **Instruction préliminaire avec le pendule.** — L'instructeur explique d'abord aux hommes qu'on voit la flamme d'un coup d'arme à feu avant de percevoir le bruit de l'explosion, parce que dans l'air la lumière se propage avec une bien plus grande rapidité que le son. Il envoie ensuite le sous-instructeur à 600 mètres et le fait

Digitized by Google

tirer successivement, à un signal convenu, deux ou trois coups de mousqueton afin de montrer aux hommes, par l'expérience, que les choses se passent bien ainsi ; il ajoute que si l'on suspend un petit poids, et de préférence une petite balle de plomb, à l'extrémité d'un fil de 9 centimètres de long, et si on le fait osciller, chaque oscillation s'accomplit dans le temps qu'emploie le son pour parcourir 100 mètres [1].

Pour prouver aux hommes l'exactitude de son assertion, l'instructeur les avertit de porter les yeux sur le pendule le plus vite possible après avoir aperçu la flamme, et d'observer les oscillations ; puis il fait, à un signal convenu, tirer un coup de mousqueton par le sous-instructeur qui se trouve à une distance connue de 600 mètres (800 pas), par exemple.

Avant de donner le signal, l'instructeur prend d'une main la balle du pendule et la tient écartée de la verticale, le fil tendu ; aussitôt qu'il aperçoit la flamme, il abandonne la balle, compte à haute voix les oscillations et arrête de nouveau le pendule à l'instant même où il entend la détonation ; il fait alors observer aux hommes que le nombre d'oscillations complètes correspondant à 600 mètres est précisément de six.

Après avoir recommencé deux ou trois fois l'expérience en faisant compter les hommes eux-mêmes, l'instructeur envoie le sous-instructeur à 750 mètres et procède de la même manière à la mesure de cette distance, en faisant observer qu'à 50 mètres correspond précisément une demi-oscillation.

On répète le même exercice à d'autres distances, multiples soit de 100 mètres, soit de 50 mètres ; quand la distance est plus grande que 1 000 mètres, l'instructeur ap-

---

[1] Rigoureusement, la longueur du pendule devrait être de 89 millimètres, du point de suspension au centre de gravité du poids ; on doit prendre garde que la torsion du fil n'imprime au pendule des mouvements irréguliers. Un crin de cheval peut remplacer avantageusement le fil.

Digitized by Google

prend aux hommes que lorsqu'on a compté 10, c'est-à-dire 10 centaines de mètres, on doit lever un doigt de la main et recommencer à compter de l'unité ; on lève de même un autre doigt chaque fois qu'on arrive à 10, et chaque doigt levé représente ainsi une distance de 1 000 mètres.

On renouvelle l'exercice jusqu'à ce que les hommes sachent compter exactement les oscillations et autant que possible les fractions d'oscillation du pendule.

Quand ce résultat est obtenu, l'instructeur fait remarquer que la mesure des distances au moyen du pendule n'est pas toujours commode ni même possible dans la pratique, et il apprend qu'en prononçant la suite des nombres naturels sur une cadence correspondant à la durée d'une oscillation, on peut compter de la même manière, sans voir le pendule, les centaines de mètres parcourues par le son, et par conséquent évaluer la distance à laquelle un coup a été tiré.

En faisant osciller le pendule devant les hommes, il les exerce un à un à compter, à voix basse et avec la vitesse nécessaire pour suivre les oscillations, les nombre de 1 à 10. Puis faisant retourner chaque individu isolément, de façon qu'il ne puisse voir le pendule, il observe si la cadence que chacun emploie pour compter est exacte ; il s'assure par des interrogations convenables que cette cadence est bien gravée dans la mémoire de chacun et ne regarde le résultat comme obtenu que lorsque la vitesse avec laquelle les hommes comptent ne s'écarte pas de plus de $\frac{1}{15}$ de la vitesse normale, c'est-à-dire lorsque pendant la durée de 15 oscillations du pendule, l'homme soumis à l'examen ne compte pas plus de 16 ou moins de 14.

2° **Mesure des distances par la vitesse du son.**—Quand les hommes savent bien compter à la cadence voulue, l'instructeur envoie à la distance choisie deux ou trois hommes armés de mousqueton ou une pièce d'artillerie, suivant que cette distance est plus petite ou plus grande que 1 000 mètres. Il fait tirer d'abord à un signal convenu

Digitized by Google

et plus tard les hommes ou la pièce font feu à leur gré pour mieux habituer la troupe à ce qui se passe réellement dans la pratique ; il est indispensable, dans ce dernier cas, de bien distinguer de quelle pièce ennemie proviennent à la fois la flamme et la détonation sur la perception desquelles on base la mesure de la distance.

Les hommes comptent, comme on le leur a appris précédemment, le temps écoulé entre l'instant où ils voient la flamme du coup et celui où ils entendent la détonation; ils apprécient ainsi la distance, chacun pour leur compte, et la calculent en se souvenant que chaque doigt levé représente 1000 mètres, et chaque nombre appelé en plus des centaines de mètres.

L'instructeur se fait donner à voix basse, par chacun, la distance qu'il a trouvée, puis indique la distance vraie et relève les erreurs qui ont pu être commises, tout en faisant remarquer que cette méthode est applicable de nuit comme de jour, que son emploi en campagne sera plus fréquent et en général plus précis que celui des autres moyens d'appréciation, surtout pour le tir aux grandes distances où la vue ne donne plus que des indications peu exactes, enfin qu'elle peut en tout cas être souvent utile pour contrôler et rectifier les appréciations faites par ce dernier moyen.

Si le temps dont on peut disposer, ainsi que la distance et la nature du terrain le permettent, il est bon de faire vérifier de temps en temps par les hommes la distance appréciée par la vitesse du son ; on fait alors mesurer la distance au pas, ou bien avec le télémètre si l'instruction se donne à des sous-officiers.

Pour cet exercice, les distances à mesurer ne doivent jamais être plus petites que 600 mètres, soit qu'on emploie le pendule ou qu'on compte simplement à la cadence ; elles doivent être au nombre de trois au moins, inférieures respectivement à 1000, 2000 et 3000 mètres. Chacune d'elles doit toujours être mesurée deux fois de

Digitized by Google

suite au moins, au moyen de coups convenablement espacés [1].

Quelques séances de nuit doivent être consacrées à la mesure des distances au moyen du son, parce qu'on se rend clairement compte par là que cette méthode sert non-seulement pendant le jour à mesurer les distances ou contrôler les appréciations faites à vue, mais est encore applicable dans certains cas où l'on n'a aucun autre moyen de faire cette mesure.

V. — MESURE DES DISTANCES AU MOYEN DU TÉLÉMÈTRE DE CAMPAGNE.

L'artillerie italienne a adopté, comme on sait, le télémètre Gautier pour le service des batteries de campagne ; cette partie de l'instruction est destinée à familiariser les cadres avec la manipulation de cet instrument.

Après avoir donné aux élèves la nomenclature du télémètre et leur avoir expliqué séparément les diverses opérations nécessaires pour mesurer une distance, on leur apprend pratiquement à exécuter cette mesure : 1° avec une base variable ; 2° avec une base fixe ; 3° enfin par la méthode de répétition.

Pour ces exercices les pelotons comprennent 10 élèves au plus ; les leçons sont d'ailleurs décrites et données avec les mêmes détails minutieux que les précédentes.

Le maniement des télémètres est aujourd'hui trop généralement connu et pratiqué dans l'artillerie française pour qu'il semble utile d'entrer dans de plus grands détails à ce sujet.

VI. — CORRECTION DE L'APPRÉCIATION DES DISTANCES AU MOYEN DE L'OBSERVATION DES POINTS D'ÉCLATEMENT DES PROJECTILES [2].

Pour figurer l'éclatement des projectiles, on emploie

(1) On peut au besoin mesurer les distances au moyen de la vitesse du son jusqu'à 5 000 mètres.

(2) Toute cette fin de l'instruction n'est qu'un abrégé de l'instruction allemande sur le même sujet. Ces exercices sont également réglementaires en Russie.

(*Note du Tr.*)

Digitized by Google

un artifice ou *pétard* dont le mode de confection se trouve décrit dans la note qui fait suite à cette instruction.

Les exercices de correction se font dans les garnisons, un peu avant l'époque des écoles à feu, ou, s'il a été impossible d'y procéder plus tôt, sur les champs de tir mêmes, mais toujours avant les séances de tir à distance inconnue. (Voir *Écoles à feu de l'artillerie italienne,* Revue d'artillerie, juin 1877, tome X, page 239.) Tous les officiers disponibles doivent y assister.

Les exercices d'observation des points d'éclatement se font suivant le temps dont on dispose, à un plus ou moins grand nombre de distances comprises entre 600 et 2000 mètres ; on alloue 8 à 10 pétards pour chaque distance. Dans les premières séances on passe progressivement des petites distances aux grandes ; plus tard on varie et l'on alterne à volonté l'ordre des distances.

Pour passer d'une distance à l'autre, on déplace tantôt le but, tantôt les observateurs, en évitant par tous les moyens que ces derniers n'aient sur le terrain des points de repère qui facilitent leurs appréciations. Les distances vraies ne sont connues que de l'instructeur, qui les mesure toujours lui-même au télémètre ou les fait mesurer par un autre officier.

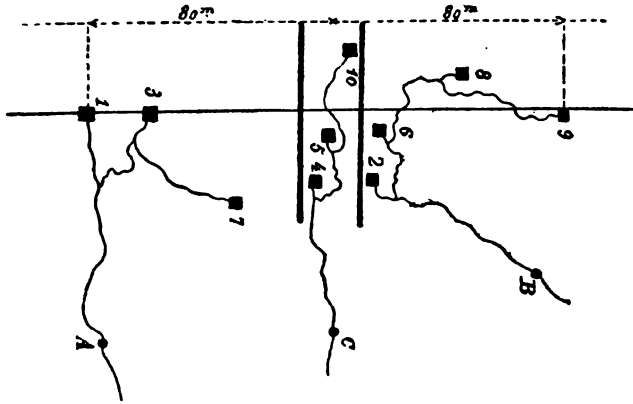
L'instructeur désigne de même un officier avec le personnel nécessaire pour diriger l'exécution du feu.

Avant de commencer l'exercice, il trace sur une feuille de papier un croquis indiquant la nature, le nombre, la dimension et la disposition des buts à figurer, le nombre des pétards à faire éclater, les points où ceux-ci doivent être placés et l'ordre dans lequel ils doivent successivement faire explosion. Dans le tracé de ce croquis l'instructeur a soin de répartir diversement les points, en avant, en arrière, sur les côtés et entre les différentes lignes du but, à 15 mètres au moins les uns des autres, pour que l'explosion d'un pétard n'entraîne pas celle du pétard voisin. Il règle le numérotage des pétards de façon que

Digitized by Google

l'ordre dans lequel ils éclatent varie le plus possible : ces artifices ne doivent pas être placés à plus de 80 mètres en deçà ou au delà du but.

Pour mettre les pétards en place, on procède de la manière suivante :



Au moyen d'un poinçon de bronze ou de bois dur, on fait au centre de l'une des faces du pétard un trou dans lequel on introduit une étoupille fulminante, après en avoir redressé la boucle de façon que les ailettes du tube viennent appuyer sur la face du pétard.

On plante ensuite solidement en terre un piquet de fer dont la tête présente une face plane percée vers son milieu d'un petit trou à peine plus large que le diamètre du fil du rugueux, puis on place le pétard sur le sol, la face munie de l'étoupille au contact de la face plane du piquet, dans le trou de laquelle on fait passer le fil du rugueux ; le pétard se trouve ainsi suffisamment fixé sans autre ligature.

Si l'on vient alors à agir avec une force moyenne sur le rugueux au moyen d'un tire-feu, l'explosion se produit. Les piquets doivent être enfoncés de façon que la distance du trou au sol ne soit pas plus grande que la moitié de la hauteur du pétard ; si le sol est dur, il pourra être difficile

Digitized by Google

de satisfaire à cette condition; on peut toujours alors, pourvu que le piquet soit assez solidement fixé, relever le pétard sur une motte de terre ou sur toute autre chose, de manière à pouvoir encore le disposer comme ci-dessus.

D'après le croquis qui lui a été remis par l'instructeur, l'officier chargé de l'exécution du tir simulé fait mettre en place les buts et les pétards, fixer à la boucle de l'étoupille de chacun de ceux-ci des cordeaux tire-feu convenablement disposés pour que les explosions se succèdent dans l'ordre indiqué par le croquis, et enlever les pierres qui, se trouvant dans le voisinage des pétards, pourraient être projetées par leur explosion.

Le feu peut être mis aux pétards par deux hommes placés latéralement, l'un en avant, l'autre en arrière du but, et au besoin par un troisième placé à hauteur de l'intervalle qui sépare les buts quand ceux-ci sont disposés sur plusieurs lignes. Chacun de ces hommes tient un cordeau fixé par un nœud ou par une ganse au premier des pétards qu'il doit faire partir; vers l'extrémité de ce cordeau est attaché un second cordeau qui vient à son tour se fixer au second pétard et ainsi de suite.

Le capitaine chargé de l'instruction conserve par devers lui une copie du croquis et fixe l'intervalle auquel les coups doivent se succéder, ou les signaux qu'on devra échanger pour faire tirer les coups successifs.

Pour l'observation des points d'éclatement, l'instructeur fait d'abord apprécier la distance par chacun des observateurs, au moyen de l'une des méthodes précédemment décrites, puis les dispose, les uns latéralement, les autres sur la direction supposée du tir.

Pour tous les coups, chacun des observateurs inscrit sur un bulletin du modèle ci-dessous son appréciation sur la position du point d'éclatement relativement au but, en marquant aussi approximativement la grandeur des erreurs en direction et en portée, quand on peut les évaluer :

Digitized by Google

N°. DES COUPS.	NOMS.	DISTANCE du but.	RÉSULTAT de l'observation.				POSITION réelle des points d'éclatement.				OBSERVATIONS.
			Court.	Non court.	Droite.	Gauche	Court.	Non court.	Droite.	Gauche	
							mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	

Le croquis à la main, l'instructeur rectifie les appréciations, et quand l'exercice est terminé pour une distance, avant de passer à la distance suivante, il compare entre eux les résultats des diverses observations et en déduit les conséquences et les remarques qu'il juge utiles.

Ces exercices d'observation doivent se faire en variant le plus possible les conditions de terrain, d'heure et de lumière, ainsi que celles dans lesquelles se trouvent les observateurs.

Toutes les fois qu'on le peut, les observations doivent se faire en prenant comme but, non pas des cibles spéciales, mais de vrais détachements de troupes de toutes armes, constitués et disposés de diverses manières, de façon à reproduire exactement les circonstances du tir réel et mettre les observateurs dans des conditions aussi semblables que possible à celles qui se présentent à la guerre.

Dans le cours des exercices, l'instructeur a soin de faire remarquer que, en combinant les appréciations des observateurs placés sur le côté avec celles des observateurs qui se trouvent dans la direction du tir, on arrive à relever les coups avec une exactitude suffisante; il exerce ses élèves à apprécier par ce procédé le résultat des coups.

NOTE SUR LA CONFECTION DES PÉTARDS POUR LES EXERCICES D'OBSERVATION DES POINTS D'ÉCLATEMENT.

La confection des pétards pour les exercices d'observation des points d'éclatement est l'objet d'une instruction pratique annuelle,

Digitized by Google

à laquelle prennent part les cadres et les candidats de tous les régiments d'artillerie.

Le pétard consiste en un cube de carton de 65 millimètres de côté, renforcé avec des bandes de papier et de toile, recouvert de ficelle, puis plongé pendant quelques instants dans un bain épais de colle forte. Il contient 250 grammes de poudre.

Pour le construire on découpe un rectangle de carton quatre fois plus long que le côté du pétard et on le replie en forme de cube ; les deux autres faces sont découpées à part et sont placées pour compléter la boîte, l'une avant, l'autre seulement après le chargement. Le papier que l'on enroule autour du cube est d'un seul morceau convenablement découpé ; il est encollé de façon à fermer la boîte et à renforcer les angles. Quand il a été appliqué et convenablement séché, on procède au chargement, qu'on fait par petites quantités en tassant bien la poudre couche par couche. Ceci fait, on prend trois bandes de toile de la largeur du côté du cube, qu'on colle sur les faces de façon que chacune de celles-ci soit prise sous une double ligature. On termine en ficelant le pétard de manière que chaque face soit recouverte de deux couches de brins, chaque tour bien serré contre le précédent.

L'artifice ainsi confectionné est plongé pendant quelques instants dans un bain de colle forte ; une journée suffit pour le sécher.

A. Jouart,
Chef d'escadron d'artillerie,
Aide de camp du général de Fénelon.

Digitized by Google

LE TIR A LA MANIVELLE.

L'emploi du tir à la manivelle exige un certain nombre de calculs qui compliquent la méthode et qu'il importe d'abréger le plus possible, sous peine de voir perdre le bénéfice de rapidité que l'on recherche dans ce procédé. Nous espérons arriver à une assez grande simplification en nous basant sur la remarque suivante :

A chaque tour de manivelle, on augmente ou l'on diminue la longueur de la hausse d'une quantité a (¹) *qui peut être considérée comme constante.*

Le problème à résoudre dans le tir à la manivelle peut s'énoncer ainsi :

Étant donnée une distance x, de combien augmente-t-on la portée quand on fait n tours de manivelle ?

Cela revient à ajouter, à la longueur primitive de la hausse, une longueur égale à na.

On peut résoudre ce problème en prenant une tige

(¹) Soient l la longueur de la hausse primitive correspondant à l'angle de tir φ ; l' la longueur de la nouvelle hausse après un tour de manivelle, l'angle de tir φ ayant été augmenté d'un angle ε, qu'on peut admettre comme constant ; L étant la longueur de la ligne de mire, on a :

$$l' - l = \mathrm{L}\,[tg\,(\varphi + \varepsilon) - tg\,\varepsilon] = \mathrm{L}\left[\frac{tg\,\varphi + tg\,\varepsilon}{1 - tg\,\varphi\,tg\,\varepsilon} - tg\,\varphi\right] = \mathrm{L}\,tg\,\varepsilon\,\frac{1 + tg^2\,\varphi}{1 - tg\,\varphi\,tg\,\varepsilon}.$$

Désignons par a la quantité constante L $tg\,\varepsilon$ et examinons la valeur du terme $\frac{1 + tg^2\,\varphi}{1 - tg\,\varphi\,tg\,\varepsilon}$, valeur qui croît avec l'angle φ. Prenons un canon de 5 tirant sous l'angle de 10° : on a $\varepsilon = 30'$, et $a = 5^{mm},8$; le terme $\frac{1 + tg^2\,\varphi}{1 - tg\,\varphi\,tg\,\varepsilon}$ est égal à 1,03 ; la différence $l' - l = \mathrm{L}\,tg\,30' \times 1{,}03 = 5^{mm},8 \times 1{,}03 = 6$ millimètres.

Pour une valeur assez considérable de φ, la différence des hausses $l' - l$ s'écarte de la quantité constante L $tg\,\varepsilon$, de $0^{mm},2$ seulement. On peut donc, dans la pratique, considérer, sans erreur sensible, la différence $l' - l$ comme égale à L $tg\,\varepsilon$.

Digitized by Google

graduée en distances comme la hausse, et en faisant mouvoir sur cette tige un curseur qui porte des graduations distantes d'une longueur *a*, de ses multiples et de ses sous-multiples. En donnant, à cette tige, une longueur de 12 centimètres, on obtient la solution de tous les problèmes du tir à la manivelle, pour des distances variant de 1 000 à 4 000 mètres.

On pourrait donner à la tige la forme d'un porte-crayon métallique, chaque demi-cylindre portant la graduation de la hausse d'un canon, et réunir ainsi les hausses du 5 et du 7, ou du 80 et du 90^{mm}. Un curseur cylindrique de 20 à 25 millimètres de longueur, guidé dans son mouvement longitudinal par une rainure du porte-crayon, serait muni de deux fenêtres portant les graduations pour un tour de manivelle plus près, et pour deux tours de manivelle plus loin.

Il suffirait d'un seul appareil de ce genre par batterie; son emploi permettrait au capitaine commandant de trouver rapidement, sans aucun calcul, à quelle graduation de la hausse il faut fixer le curseur une fois le tir réglé.

A. Hirondart,
Lieutenant d'artillerie.

Digitized by Google

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Allemagne: Démolition d'une cheminée d'usine à l'aide de la dynamite. — La *Deutsche Bauzeitung* rend compte d'une expérience assez intéressante exécutée près de Berlin par le régiment de chemins de fer. Il s'agissait d'abattre une cheminée d'usine, d'une hauteur de $51^m,80$, dont le diamètre extérieur était de $5^m,65$ vers la base et de $3^m,14$ vers le couronnement, et dont les parois avaient $1^m,41$ d'épaisseur au bas et $0^m,51$ en haut; il y avait ainsi 540 mètres cubes de maçonnerie environ, pesant 864 tonnes.

En raison de circonstances particulières, il fallait faire tomber la cheminée vers l'est, et la charge employée devait être la plus faible possible pour éviter de trop fortes projections et pour ne pas trop détériorer les matériaux de la cheminée, qu'on voulait utiliser.

Une cloison de 10 mètres de haut séparait l'intérieur de la cheminée en deux parties; comme elle était en ruines à la partie inférieure, il était dangereux de pratiquer les trous de mine à l'intérieur. On se décida donc à les faire à l'extérieur, bien que cette circonstance obligeât à leur donner plus de profondeur. Pour placer la charge, longue de $0^m,20$, au milieu de l'épaisseur des parois de $1^m,41$, il fallait creuser un trou de mine de $0^m,90$ de profondeur, suivant la normale.

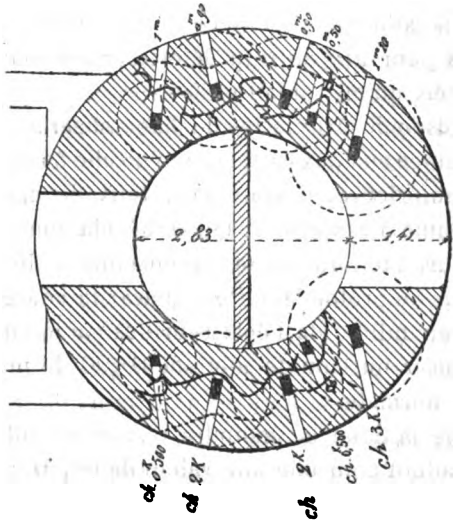
Bien que la ligne de moindre résistance fût alors de $0^m,51$, on admit pour elle une valeur de $0^m,80$ dans la formule qui servit à calculer les charges, pour tenir compte de la plus grande résistance opposée par la convexité des parois internes; la formule employée fut $C = 4r^3$, C désignant la charge en grammes et r la ligne de moindre résistance en décimètres, ce qui donna $C = 4 \times 8^3 =$ 2048 grammes ou 2 kil. en nombre rond.

Huit trous de mine furent percés vers le bas de la chemi-

Digitized by Google

née, avec des longueurs variables suivant leur inclinaison sur la normale ; les deux fourneaux voisins du trou de curage, du côté de l'est, furent chargés chacun avec 3 kil. de coton-poudre, qui a un effet plus brisant que la dynamite ; les deux fourneaux voisins du trou de curage, du côté de l'ouest, ne reçurent au contraire qu'une petite charge de 500 grammes de dynamite; les quatre autres furent chargés avec 2 kil. de dynamite; le bourrage se fit avec des briques et du mortier.

Ces huit fourneaux, comprenant une charge totale de 15 kil., furent enflammés simultanément à l'aide de l'électricité ; l'explosion, assez sourde, fit trembler le sol jusqu'à 300 mètres de distance; la cheminée ne tomba point, mais prit une inclinaison sensible; trois grandes



crevasses montaient jusqu'à 15 mètres de hauteur, et à la partie inférieure les parois s'étaient ouvertes vers l'extérieur. Les lignes pleines et pointillées de la figure montrent l'effet de ces arrachements, vers le bas de la cheminée et à 1 mètre au-dessus; on a tracé également les

Digitized by Google

sphères d'action des fourneaux, afin de faire ressortir la résistance opposée par les parois en forme de voûte.

On pratiqua ensuite deux autres trous de mine, *a* et *b*, dans la partie des parois qui était restée verticale, et on y mit une charge de 500 grammes de coton-poudre seulement. L'explosion de ces deux fourneaux amena la chute complète de la cheminée, qui s'affaissa sur elle-même, en tombant un peu vers l'est. On voit d'après cela combien peu la charge primitive aurait dû être modifiée pour obtenir d'un seul coup le résultat désiré.

(*Mittheilungen über Gegenstænde des Artillerie- und Genie-Wesens.*)

Allemagne : Expériences de tir avec le fusil Mauser contre des plaques en acier. — Des expériences ont été faites, il y a quelque temps, à Kœnigsberg, dans le but de reconnaître quelle était l'épaisseur à donner à des plaques en acier, destinées à être employées dans les ouvrages de fortification. Les plaques essayées avaient été livrées par l'atelier de construction de machines de Steinfurth ; elles avaient 5 et 7 millimètres d'épaisseur. On tira contre elles avec le fusil Mauser à une distance de 50 mètres ; 5 balles auraient, paraît-il, traversé les plaques de 5 millimètres, et 2 les plaques de 7 millimètres [1].

(*Nord deutsche Allgemeine Zeitung.*)

Allemagne : Tourelles cuirassées. — On doit installer prochainement, dans les principaux forts de Strasbourg, Cologne et Ingolstadt, des tourelles cuirassées en fonte durcie, fabriquées à l'usine Gruson, à Buckau, près Magdebourg. L'une d'elles est même déjà arrivée à Metz, pour être établie au fort *Kameke,* près de Woippy. Elles se composent de 6 à 8 fortes plaques assemblées sans vis ni

[1] On sait, du reste, que les résultats obtenus sont très-variables suivant la provenance des plaques de tôle : ainsi, avec le fusil français modèle 1874, on est arrivé à percer des plaques de tôle de fer du commerce de 6mm,5 à une distance de 200 mètres et des plaques de 8 millimètres à une distance de 50 mètres (1 balle sur 4) ; toutes choses égales d'ailleurs, les plaques de fer sont un peu inférieures aux plaques d'acier doux.
(*N. de la R.*)

Digitized by Google

boulons ; la coupole offre un abri suffisant, même contre les projectiles du mortier de 28c. Les voussoirs dans lesquels sont pratiquées les embrasures à ouverture minima ont une épaisseur de 55 centimètres. Ces tourelles doivent être armées de deux canons, soit de 15c, soit de 17c.

(*Revue militaire de l'étranger.*)

Angleterre : Nouvelles expériences de Shoeburyness. — On vient de faire récemment à Shoeburyness des expériences fort intéressantes avec différents modèles d'obus de 9 pouces (228mm,6) dans le but de comparer leur force vive à l'arrivée et la manière dont se comportait la charge d'éclatement. Cinq modèles étaient présentés par les usines anglaises et quatre par les usines étrangères. Ces obus, renfermant une charge d'éclatement de 65 livres (29k,5) furent tirés dans le canon de Woolwich de 9 pouces, contre des plaques de 12 pouces (304mm,8) d'épaisseur. Ce sont les obus Whitworth qui ont donné les meilleurs résultats; les autres, et surtout ceux de Krupp, ont été beaucoup moins satisfaisants.

(*Deutsche Heeres-Zeitung.*)

Angleterre : Canon-revolver. — L'*Ordnance Select Comittee* s'occupe en ce moment de l'adoption pour la marine d'un canon-revolver destiné à empêcher l'approche des bateaux-torpilles. Cet engin, construit d'après le principe de la mitrailleuse Gatling, a 10 canons du calibre de 25mm, et peut lancer 500 balles par minute. Celles-ci sont en acier avec ceinture de plomb; c'est l'arsenal de Woolwich qui est chargé de les faire, et on espère arriver à percer des plaques de 19 millimètres à une distance de 1 mille (1 609 mètres). (*Vedette.*)

Angleterre : Les nouveaux canons Armstrong de 100 tonnes. — Le gouvernement anglais a commandé à Sir William Armstrong 4 canons de 100 tonnes qui doivent être utilisés pour l'armement des places et des côtes, tout au moins jusqu'au moment où l'on aura pris les

Digitized by Google

mesures nécessaires pour les mettre en service dans la marine royale; ils seront probablement employés à défendre les points les plus importants soit de l'Angleterre, soit des stations de la Méditerranée. On n'a pas encore décidé si quelques-unes de ces bouches à feu seront envoyées à Woolwich; toutefois, on pense qu'il n'est pas nécessaire de les soumettre à une série d'essais aussi étendus qu'on le fait d'ordinaire pour un nouveau canon, car le gouvernement anglais a l'avantage de pouvoir profiter des expériences exécutées à la Spezia avec la première pièce de ce genre expédiée en Italie (1). Les Italiens possèdent cinq de ces canons de 100 tonnes, y compris celui qui a servi aux expériences, et payent à sir William Armstrong plus de 16 000 livres (400 000 fr.) pour chacun d'eux. Le prix d'achat de chacun des quatre canons commandés par le gouvernement anglais, sera, dit-on, un peu inférieur à ce chiffre. Le prix de revient des canons de 80 tonnes (2) fabriqués à l'arsenal royal de Woolwich est compris entre 9 000 livres (225 000 fr.) et 10 000 livres (250 000 fr.); un canon de 100 tonnes, s'il était fabriqué à l'arsenal royal d'après le système de Woolwich, reviendrait à 12 500 liv. (312 500 fr.), auxquelles il convient d'ajouter les frais nécessités par l'établissement d'un nouvel outillage.

D'après le *Times* et l'*Engineer*, les données principales des canons de 80 tonnes et de 100 tonnes sont les suivantes :

	CANON DE	
	80 tonnes.	100 tonnes.
Longueur totale.	$8^m,23$	$9^m,75$
Diamètre extérieur à la culasse. .	$1^m,83$	$1^m,98$
Calibre.	$406^{mm},4$	$450^{mm},8$
Diamètre de la chambre à poudre.	$457^{mm},2$	$501^{mm},6$
Poids du projectile.	$771^k,1$	$907^k,0$
Poids de la charge.	$192^k,7$	$199^k,5$

(1) *Revue d'artillerie*, tome VIII, juillet 1876, p. 367; septembre 1876, tome IX; novembre 1876, p. 178; décembre 1876, p. 225; février 1877, p. 465; tome XI, novembre 1877, p. 193.

(2) *Revue d'artillerie*, tome VII, octobre 1875, p. 80; février 1876, p. 477; avril 1876, p. 87; juin 1876, p. 261; août 1876, p. 470; tome IX, octobre 1876, p. 75 et 78, février 1877, p. 493; mars 1877, p. 525, tome X; juin 1877, p. 301.

Digitized by Google

D'après le *Times*, le gouvernement anglais aurait renoncé, pour le moment du moins, à faire fabriquer le canon monstre de 200 tonnes, ainsi qu'il en avait été question, il y a quelque temps [1]. (*Revue militaire de l'étranger.*)

Autriche : Tir d'infanterie à grandes distances. — L'ensemble des tirs, dont nous donnons les résultats dans le tableau suivant, a été exécuté, pendant les derniers mois de l'année 1877, dans différents corps de troupes d'infanterie et de chasseurs. Les distances de tir étaient incon-

DISTANCES.		NOMBRE des coups.	Nombre de ratés p. 100.	TIR PAR SECTION SUR PIED							
				A rangs serrés.						A rangs	
				Feux isolés.		Feux de salve.		Feux isolés et de salve.		Feux de tirailleurs.	
EN PAS.	EN MÈTRES.			Nombre des tirs.	Nombre moyen des atteintes p. 100.	Nombre des tirs.	Nombre moyen des atteintes p. 100.	Nombre des tirs.	Nombre moyen des atteintes p. 100.	Nombre des tirs.	Nombre moyen des atteintes p. 100.
800—850	600—640	126 793	3	57	45	231	24	150	44	34	47
900—950	680—720	74 476	3,5	35	43	181	41	62	41	11	34
1000—1050	760—800	87 182	3,2	45	36	192	31	84	33	18	41
1100—1150	830—870	73 735	3,5	17	34	180	34	56	31	»	»
1200—1250	910—950	110 630	2,7	28	34	208	33	50	33	23	28
1300—1350	990—1030	49 923	3,5	13	23	90	25	12	28	»	»
1400—1450	1060—1100	151 153	3,2	45	26	216	30	65	29	22	27
Total.		673 942	»	240	»	1298	»	479	»	108	»
Moyenne générale. . .		»	3,2 [2]	»	34,4	»	34,1	»	34,1	»	35,4

OBSERVATIONS. — Le but, représentant un bataillon en colonne double, était figuré par des l'une de l'autre; il y avait deux rangées pour le tir de 800 à 1 100 pas inclusivement, et trois
[1] Ces tirs ont été exécutés en battant en retraite de 800 à 1 400 pas et en avançant de 1 400 à
[2] La moyenne générale des ratés est en réalité un peu inférieure, car on a compté, dans des hommes.

[1] *Revue d'artillerie*, tome IX, février 1877, p. 491.

Digitized by Google

nues; on les déterminait par des feux de salve. Bien que les troupes n'eussent pas encore été exercées à tirer à des distances aussi considérables, et que les circonstances atmosphériques fussent souvent très-défavorables, les résultats obtenus ont été fort remarquables.

De leur examen, on ne peut pas conclure qu'un genre de tir soit bien préférable à un autre; toutefois, dans la plupart des cas, le tir par sections a été supérieur au tir par compagnies, sans doute parce que l'homme est alors mieux surveillé par son chef.

DE GUERRE.						TIR PAR COMPAGNIE SUR PIED DE GUERRE.										
ouverts.				Tir de combat (1).		Feux								Tir de combat (1).		Moyenne générale des atteintes p. 100.
Feux d'essaim.		Feux de tirailleurs et d'essaim.				isolés.		de salve.		isolés et de salve.		de tirailleurs et de salve.				
Nombre des tirs.	Nombre moyen des atteintes p. 100.	Nombre des tirs.	Nombre moyen des atteintes p. 100.	Nombre des tirs.	Nombre moyen des atteintes p. 100	Nombre des tirs.	Nombre moyen des atteintes p. 100	Nombre des tirs.	Nombre moyen des atteintes p. 100	Nombre des tirs.	Nombre moyen des atteintes p. 100	Nombre des tirs.	Nombre moyen des atteintes p. 100	Nombre des tirs.	Nombre moyen des atteintes p. 100	
52	41	18	33	»	»	15	44	59	38	23	28	»	»	»	»	40,2
15	33	18	34	»	»	11	29	40	34	12	33	9	39	»	»	36,1
13	37	»	»	»	»	»	»	47	28	13	27	9	33	»	»	33,6
42	32	»	»	39	32	»	»	37	29	13	26	»	»	21	30	31,0
»	»	»	»	»	»	22	44	79	26	28	30	10	29	»	»	32,1
»	»	»	»	»	»	11	25	46	27	15	22	»	»	»	»	25,0
35	23	»	»	»	»	21	23	138	22	33	18	»	»	»	»	24,8
157	»	36	»	39	»	80	»	446	»	137	»	28	»	21	»	»
»	32,8	»	33,5	»	32	»	33	»	29	»	26	»	33,6	»	30	»

rangées successives de panneaux de 1m,80 de haut et de 36 mètres de large, espacées de 18 mètres
rangées pour le tir de 1 100 à 1 400 pas.
800 pas.
certains corps, comme ratés, des cartouches qui n'étaient point parties par suite de la maladresse

Digitized by Google

Autriche : Suppression des canons de construction ancienne. — Par décision impériale du 25 février 1878, les canons suivants, faisant partie de l'armement des places, ont été déclassés :

Le canon de campagne de 7c lisse en bronze;

Le canon rayé de campagne de 12c (la Hitte) en bronze;

Les canons de siége de 12c, de 13c,5 et de 15c lisses en bronze, les canons de place de 9c,5 et de 13c,5 lisses en fonte, le canon-obusier lisse de 24c en fonte;

Et les obusiers lisses en bronze de 12c de montagne et de 17c court. (*Vedette.*)

Bavière : Appel des réservistes pour les exercices d'artillerie en 1878. — Le nombre des réservistes qui doivent assister, en Bavière, aux exercices d'artillerie de l'année 1878, a été fixé de la manière suivante :

Pour l'artillerie de campagne, chaque batterie montée ou à cheval recevra 2 sous-officiers, 6 *gefreite* et canonniers de la réserve qui resteront pendant quatre semaines ; chaque régiment d'artillerie de campagne recevra 3 lieutenants de la landwehr, et chaque batterie 2 sous-officiers, 6 *gefreite* et canonniers de la landwehr, ainsi que 10 cavaliers de la réserve affectés au train; ces hommes resteront pendant douze jours.

Pour l'artillerie à pied, chaque régiment recevra 10 sous-officiers et 90 canonniers de la réserve et 80 auxiliaires pris dans la réserve des cuirassiers et des uhlans, et en outre 3 lieutenants, 10 sous-officiers et 90 canonniers de la landwehr. L'artillerie à pied de la landwehr fera ses exercices au Lechfeld. (*Deutsche Heeres-Zeitung.*)

Italie : Coulée du canon de 100 tonnes. — Le 30 janvier dernier a eu lieu, à la fonderie de Turin, la coulée du canon de 100 tonnes en fonte, fretté d'acier, dont le projet avait été établi par le général Rosset, d'après le type des canons italiens de 24c et de 32c.

La coulée a été faite d'après le système Rodman [1],

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. IV, juin 1874, p. 214, et août 1874, p. 586.

Digitized by Google

déjà employé pour les autres pièces de gros calibre, c'est-à-dire sur un arbre creux en fer, recouvert de terre et refroidi à l'intérieur par un courant d'eau. Le moule, en sable, renfermé dans des châssis en fonte de 4 à 5 centimètres d'épaisseur, boulonnés l'un sur l'autre, était placé verticalement dans une fosse où il était solidement étayé. La culasse étant à la partie inférieure, l'arbre en fer avait 40 centimètres de diamètre en bas et 34 en haut. Trois siphons de diverses longueurs, débouchant à l'intérieur du moule tangentiellement à sa surface, l'un au bas du moule, le deuxième en haut de la partie cylindrique du canon, et le troisième à mi-hauteur de la masselotte, amenaient successivement la fonte en fusion, qui s'écoulait d'un grand bassin situé près du moule.

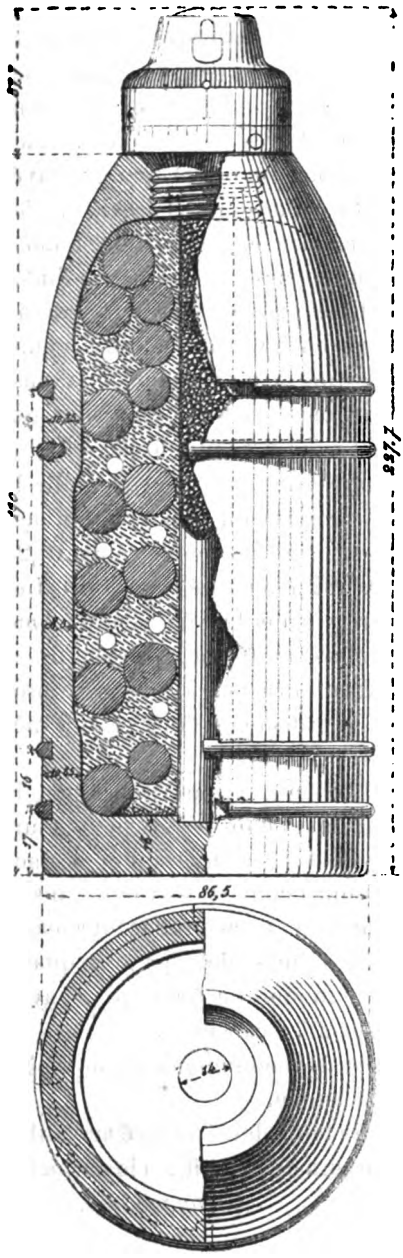
Il fallait environ 66 tonnes de fonte pour remplir le moule, dont la cavité, en y comprenant la masselotte, mesurait 12 mètres de longueur avec un diamètre de $1^{m},23$ à la partie inférieure et de $0^{m},87$ à la partie supérieure. Les quatre fourneaux à réverbère, voisins de la fosse, ne pouvant fournir que 40 tonnes de métal en fusion, on avait dû se servir en outre de six autres fourneaux à réverbère plus petits, qui se trouvaient à une distance de 80 à 100 mètres et contenaient 27 tonnes de fonte.

La coulée réussit parfaitement, et, en 19 minutes, le moule fut rempli. Le métal fondu dans les six petits fourneaux était apporté, au moyen de grues hydrauliques, dans des creusets contenant 9 tonnes chacun, et versé dans le bassin où il se mélangeait avec celui des grands fourneaux. On dut continuer à alimenter la masselotte pendant quatre heures avec à peu près 5 tonnes de fonte qu'on avait fondue dans un fourneau spécial à capsule.

L'usinage de ce canon est déjà commencé et on espère le terminer en moins d'une année.

Ce canon, de 10 mètres de long, doit être foré au calibre de 45^{c}; la charge de poudre sera de 250 kil., et le projectile pèsera 1000 kil. environ. (*Italia militare.*)

Digitized by Google



Italie : Adoption d'un shrapnel de 9c ARC (chargement par la culasse). — Comme forme extérieure, le shrapnel ne diffère pas sensiblement de l'obus oblong de 9c ARC (1), la partie cylindrique a à peu près les mêmes dimensions, mais la partie ogivale est bien moins allongée ; aussi la hauteur totale du projectile est-elle plus faible. Le montage est exactement le même. Les parois, d'une épaisseur à peu près constante de 8m,5, sont renforcées à hauteur des rainures creusées pour recevoir les deux couples de cordons en cuivre.

Ce projectile chargé contient de 175 à 179 balles sphériques de 14mm, en plomb durci (alliage de plomb et d'antimoine). Ces balles ont été préalablement graissées avec

(1) *Revue d'artillerie*, t. XII, avril 1878, p., 87.

Digitized by Google

de l'huile d'olive. Tous les vides qui existent entre elles sont remplis avec de la colophane fondue. La charge, placée dans la partie centrale du projectile, est renfermée dans un tube en laiton ; elle se compose de 17 grammes de poudre à fusil.

La fusée employée est la fusée à temps modèle 1876 [1] pour shrapnel de 9c (chargement par la culasse).

Poids du shrapnel vide, 3k,170; poids total du shrapnel chargé, 6k,700.

(*Extrait du Giornale d'Artigliera e Genio,* partie réglementaire.)

Artillerie russe : Outils de pionniers des batteries de campagne et des parcs. — Le nombre des outils de pionniers affectés aux batteries de campagne a été reconnu insuffisant pour les besoins de la guerre, et on a dû y apporter les modifications suivantes :

Les outils, d'un modèle uniforme dans l'artillerie de campagne et dans les autres troupes, comprendront : des pelles carrées en acier, des pelles rondes, des pioches et des haches portatives. *Les leviers sont supprimés.*

Dans chaque batterie de campagne, active ou de réserve, il y aura, par pièce, 4 pelles carrées, 1 pelle ronde, 1 pioche et 1 hache, plus 1 pelle carrée et 1 hache par chariot de batterie.

Chaque section de parc volant ou mobile emportera 20 outils de pionniers.

En résumé, les outils de pionniers seront ainsi répartis :

	Pelles carrées.	Pelles rondes.	Pioches.	Haches.
Par batterie montée de campagne, active ou de réserve (8 pièces).	35	8	8	11
Par batterie à cheval, régulière ou cosaque (6 pièces). . .	27	6	6	9
Par parc d'artillerie montée .	16	4	4	8

[1] *Revue d'artillerie,* tome X, août 1877, p. 469.

Digitized by Google

	Pelles carrées.	Pelles rondes.	Pioches.	Haches.
Par parc d'artillerie à cheval.	16	4	4	8
Par section de parc volant ou mobile.	10	2	2	6

Ces outils sont portés par les affûts et par les voitures au moyen de ferrures spéciales et de courroies bouclées.

Artillerie russe : Modifications apportées à la fusée à temps. — Une expérience prolongée a fait reconnaître que l'écrou de serrage des fusées à temps [1] est entraîné par le mouvement du cadran, au moment où l'on règle la fusée ; il en résulte, suivant le sens du mouvement, ou que le serrage devient si énergique qu'il arrête l'opération, ou au contraire que l'écrou n'agit plus du tout sur le cadran. Il faut donc alternativement visser ou dévisser l'écrou ; ce qui allonge beaucoup la durée du réglage.

Le comité attribue cet inconvénient à ce que l'écrou est en alliage dur (cuivre vert), tandis que la tige de la fusée est en alliage mou d'étain et d'antimoine ; en vissant l'écrou, il se produit une usure très-rapide, et le cadran n'est plus isolé de l'écrou, qui suit alors tous ses mouvements. Il faudrait donc essayer de faire des fusées tout entières en cuivre vert, comme le font du reste la plupart des artilleries étrangères (prussienne, autrichienne, etc.)

En attendant le résultat d'expériences comparatives qui se feraient avec 1 000 fusées, dont 500 du modèle actuel et 500 avec tête en cuivre vert, le comité pense qu'il y aurait lieu d'interposer entre le cadran et l'écrou de toutes les fusées à temps en service une rondelle supplémentaire en laiton, présentant à l'intérieur deux saillies qui pénétreraient dans des rainures pratiquées sur la tête de la fusée.

---

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. X, juillet 1877, p. 859.

Digitized by Google

L'adjoint au grand-maître a prescrit d'adopter immédiatement cette rondelle supplémentaire, et a remis à la fin de la guerre les expériences sur les fusées tout en cuivre.

Artillerie russe: Fonctionnement des fusées à temps. — Dans un tir comparatif, fait au camp de Krasnoié-Tsélo, avec des shrapnels ancien modèle, munis de fusées à temps, à deux étages, et de nouveaux shrapnels à diaphragme munis de fusées d'un grand diamètre à un seul étage avec graduation en secondes, on a obtenu de meilleurs résultats avec les nouveaux shrapnels et leurs fusées. Le fonctionnement des fusées à étages, bien que satisfaisant, est inférieur en exactitude à celui des fusées à un seul étage, et en outre les premières ne paraissent pas propres au service de l'artillerie de campagne, à cause de leur complication.

On a remarqué dans le tir que la graduation des fusées ne répondait pas exactement à celle de la hausse, c'est-à-dire qu'en mettant les deux graduations au point correspondant à la distance de tir, l'éclatement ne se faisait pas dans de bonnes conditions. Le comité pense que cet inconvénient est inévitable, quelque perfectionnée que soit la fabrication des fusées, et qu'il faudra toujours régler le tir et les fusées par des coups d'essai. C'est du reste ce que prescrivent les instructions prussiennes, bien que les fusées soient très-bien fabriquées en Prusse.

Enfin, on a retrouvé un certain nombre de shrapnels qui n'avaient pas éclaté, parce que le plomb du percuteur avait bouché les orifices de communication entre la capsule et la charge. Cet accident avait été signalé déjà et l'on n'en avait pas tenu grand compte, parce que le nombre total des ratés ne dépassait pas 3 p. 100. Toutefois, le comité juge utile de supprimer cette cause de ratés : il suffirait pour cela de faire le percuteur en laiton, ou au moins, pour ne pas trop réduire son poids, de le former d'un cylindre creux de laiton rempli de plomb.

Digitized by Google

L'adjoint au grand-maître a prescrit de prendre les résultats obtenus en considération.

(Extraits du *Journal d'artillerie russe.*)

Armements de la Russie. — La manufacture d'armes de Toula, qui depuis longtemps déjà employait 1 600 ouvriers, vient d'augmenter encore son personnel; en travaillant nuit et jour, on arrive à une fabrication journalière de 650 fusils Berdan n° 2. Les manufactures de Sestroretz et Ijewsk fournissent également ensemble 400 armes par jour.

L'artillerie se trouve maintenant en mesure de fabriquer son nouveau matériel de campagne, qui, dans peu de temps, doit être distribué aux batteries. Les nouveaux canons de 4 et de 9 livres seront faits en bronze comprimé; ils seront montés sur le même affût, du modèle proposé par le colonel Engelhart. C'est l'arsenal de Saint-Pétersbourg qui est chargé de construire ces affûts et d'exécuter la transformation des caissons à deux roues en caissons à quatre roues.

Les vitesses initiales des deux nouveaux canons sont respectivement de 457 mètres et de 396 mètres; les projectiles des deux calibres sont garnis de cordons de cuivre; le tracé des projectiles de 4 est seul définitivement arrêté (1).

(*Vedette.*)

Le Gérant : Ch. Norberg.

Digitized by Google

L'ARTILLERIE

A L'EXPOSITION DE 1878.

Avant d'entreprendre l'étude détaillée des objets qui peuvent intéresser particulièrement l'artillerie (1), on croit nécessaire de donner une nomenclature de ceux qui sont exposés dans le palais du Champ-de-Mars et de compléter cette nomenclature par une planche (Pl. V) permettant au visiteur de les trouver facilement.

Repérage. — En entrant au Champ-de-Mars du côté de la Seine, on pénètre dans le palais par la galerie d'honneur, et l'on trouve, à droite, les sections étrangères, à gauche, la section française.

Les diverses sections occupent trois travées, une grande galerie, dite galerie des machines, et une travée extérieure.

La galerie des machines, entre les deux pavillons d'angle, a 645 mètres de longueur; elle est divisée en 43 intervalles par 42 fermes dont les supports verticaux sont indiqués par de gros points sur le dessin.

Les 15 premiers intervalles correspondent aux expositions de l'Angleterre, des États-Unis, de la Suède et de la Norwége.

Une grande avenue, qui va de la porte Rapp à la

(1) Voir, *Revue d'artillerie* : L'artillerie à l'Exposition de Vienne : Matériel Krupp, tome III, pages 112, 177, 287. — Matériel Vavasseur, tome III, page 302. — Exposition Armstrong, tome III, page 369. — Exposition russe, tome III, page 465. — Exposition suédoise et norwégienne, tome IV, pages 40 et 105.

(Extraits du Rapport adressé au Ministre de la guerre par les capitaines *Jouart* et *Hüter*, à la suite de leur mission à Vienne.)

Digitized by Google

porte Desaix, sépare cette dernière section de celle de l'Italie.

Après cette avenue, onze intervalles forment le centre de la galerie, et comprennent l'Italie, le Japon, la Chine, l'Espagne et l'Autriche-Hongrie. Puis, vient une seconde avenue après laquelle est une série de 15 intervalles, terminant la galerie, et composée des sections de Russie, Suisse, Belgique, Grèce, Danemark, Amérique centrale et méridionale, gouvernements asiatiques, petites principautés, Portugal et Pays-Bas.

En se reportant aux positions des deux avenues transversales et des fermes, il sera très-facile de retrouver les objets dont l'emplacement est désigné sur le plan.

Ils sont presque toujours disposés dans la galerie des machines et dans la travée n° 3.

Généralités. — L'exposition militaire proprement dite est des plus restreintes. Peu de matériel, et des machines spéciales en petit nombre.

Il n'entre pas dans le cadre de la *Revue d'artillerie* de décrire tout ce qui intéresse l'armée en général. Les instruments de précision, les appareils de géographie et de topographie, cartes et plans-reliefs, les appareils médicaux, etc., offrent, à coup sûr, un grand intérêt; ils sont nombreux, mais, comme ils n'ont pas directement trait au service de l'artillerie, on se bornera simplement à mentionner les classes qui les renferment.

Ces classes sont :

Classes 7 et 8. — *Enseignement secondaire et enseignement supérieur.*

Classe 14. — *Médecine, hygiène et assistance publique.*

Classe 15. — *Instruments de précision.*

Classe 16. — *Cartes et appareils de géographie et de cosmographie.*

Classe 38. — *Habillement.*

Classe 41. — *Objets de voyage et de campement.*

Classe 47. — *Produits chimiques.*

Digitized by Google

CLASSE 49. — *Cuirs et peaux.*

CLASSE 62. — *Carrosserie et charronnage.*

CLASSE 63. — *Bourrelerie et sellerie.*

CLASSE 65 (1). — *Télégraphie.*

CLASSE 67 (2). — *Matériel de la navigation et du sauvetage.*

Les classes offrant un intérêt plus spécial à l'artillerie, sont les suivantes :

CLASSE 40. — *Armes portatives.*

CLASSE 43. — *Produits de l'exploitation de la métallurgie*

CLASSE 50. — *Matériel et procédés de la métallurgie.*

CLASSE 54. — *Mécanique générale.*

CLASSE 55. — *Machines-outils.*

CLASSE 68. — *Matériel et procédés de l'art militaire.*

Dans la nomenclature ci-dessous, on ne pourra pas suivre l'ordre des classes, mais bien celui dans lequel sont placés les objets, en partant de la galerie d'honneur, dans laquelle on remarquera la collection d'armes indiennes offerte au prince de Galles; puis, visitant les sections étrangères, depuis la Grande-Bretagne jusqu'aux Pays-Bas, et revenant dans la section française, depuis la galerie du travail jusqu'au point de départ.

GRANDE-BRETAGNE ET IRLANDE.

Dans la travée n° 3, à partir de l'exposition des Indes :

Hadfields Steel Foundry Company, acier fondu au creuset, projectiles, obus vides.

Parsons, bronze au manganèse.

Jessop et Sons, acier fondu, acier de cémentation.

Brown, Bayley et *Dixon,* acier pour cuirasses.

Bedford et Sons, aciers.

A la troisième ferme, galerie des machines, exposition *Whitworth :* canon de 9 livres se chargeant par la culasse,

(1) Annexe de l'avenue la Bourdonnaye, près du bâtiment de l'administration (porte Rapp).

(2) Berge de la Seine, rive gauche.

Digitized by Google

sur son affût, projectiles, cuirasse perforée, avec les projectiles qui l'ont traversée; coupe d'un canon rayé; doublures de cylindre en acier; photographies de matériel, etc.

Tweddell, machines à river portatives.

A même hauteur, dans la travée n° 4, plaques d'acier de *West Cumberland Iron and Steel Company*.

Travée n° 3 : *The Phosphor Bronze Company*, échantillons de bronze phosphoreux, revolvers, fusil Comblain.

Barff, enduit d'oxyde noir magnétique destiné à préserver le fer de la rouille.

Currie, objets de campement, vêtements imperméables.

Travée n° 2 : coiffures militaires.

Travées n°s 2 et 3, classe 40 (armes portatives et articles de chasse), comprenant :

Munitions de guerre de *Eley Brothers*, cartouches, capsules, bourres en feutre et en drap;

Carabines *Metford*; fusils *Gibbs* et *Pitt's*, de la maison *Gibbs*;

Fusils sans batterie de *Greener*; carabines *express* de *Henry*;

Kinoch, cartouches, capsules, balles et étoupilles pour canons;

Carabines et fusils *Martiny-Henry* et *Snider*, de la maison *Lewis*;

Poudres de mine, de chasse et à canon de *Pigou, Wilks* et *Lawrence*;

Fusils à percussion centrale et *express-rifles* de *Reilly et Cie*; fusil *Scott*, et fusil *Soper*.

Galerie des machines, près de la 8e ferme : *Clark*, nouvel appareil pour enseigner les mouvements militaires.

Travée n° 4 : *The Hale-Macdonald-War-Rocket and Torpedo Company*, fusées, torpilles de propulsion automatique, torpilles de halage, torpilles fixes électriques et à contact.

Derrière la travée n° 4, sous l'auvent qui entoure le palais, *Brown et Cie*, cuirasses et boulets d'acier.

Cammel, plaques en acier.

Digitized by Google

Enfin, dans les travées nos 1, 2 et 3, à l'extrémité de l'exposition anglaise, on trouve un certain nombre d'armes de guerre en usage chez les peuples sauvages des colonies anglaises.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.

Dans la travée n° 3, contre le mur de la galerie des machines, on a placé des mitrailleuses *Gatling* de différents modèles, un petit canon, système Gardner, de la maison *Pratt* et *Whitney;*

Dans la classe 40 (travées 2 et 3), des armes à feu de *Lowell, Remington, Sharp, Tatham* et autres;

Derrière cette classe, les fusils de *United States Regulation fire arms Company,* ainsi que les cartouches de l'*Union metallic cartridge Company;*

Enfin, dans la travée 3, le petit modèle d'une tour portative pour signaux, inventée par *Davis* et permettant d'établir un poste d'observation à 35 mètres au-dessus du sol.

NORWÈGE (1).

Cette puissance expose le fusil de marine *Krag-Peterson* et un fusil, en expériences, du système *Jarmann.*

SUÈDE.

Dans la galerie des machines, sont placés des projectiles massifs et des obus, entiers et fendus, de *Ekmann* et *de Maré* à *Finspong;*

Des torpilles en tôle d'acier Bessemer de *Gundberg;*

Des modèles de matériel de ponts militaires de *Norrman,*

Et une mitrailleuse du système *de Palmcrantz.*

---

(1) L'installation n'est pas encore complète.

Digitized by Google

Dans la travée n° 1, des armes à feu de la Compagnie de *Husqvarna,* à Jönköping, et des armes blanches de *Norrströin* et *Svengren.*

ITALIE.

L'exposition militaire, sauf quelques fusils dans la travée n° 3, se trouve dans la galerie des machines. On rencontre d'abord des spécimens d'habillement, d'équipement et de harnachement, un petit affût avec avant-train, l'affût automatique *Albini*, avec une pièce se chargeant par la culasse, et un beau plan-relief du champ de tir de la *Spezia,* indiquant les dispositifs adoptés pour les expériences du canon de 100 tonnes; ce plan est accompagné de nombreuses photographies. A côté de ce relief est une mitrailleuse sur affût à chandelier.

JAPON ET CHINE.

Armes blanches.

ESPAGNE.

L'exposition du ministère de la guerre est assez complète; elle occupe la travée n° 3 et comprend une belle collection des costumes militaires du pays, les produits de la fabrique d'armes d'*Oviedo,* un canon en bronze comprimé de 9c, et des projectiles de la fonderie de Séville, des armes de *Tolède,* un canon de 15c de siége, se chargeant par la culasse, sur affût du système Krupp modifié; un affût de casemate pour le canon de 15c, un affût de campagne, le tout provenant de la fabrique de la *Trubia.*

Le musée d'artillerie a envoyé des spécimens d'armes portatives anciennes et de petites bouches à feu; quelques petits modèles d'inventions modernes, en particulier, une chèvre de place, un canon de 28c système *Barrios,* sur affût de place, un obusier de 21c avec son affût de place, et le matériel des pontonniers.

Digitized by Google

Enfin, on remarque, près de la travée n° 2, la collection des hausses des canons de marine.

AUTRICHE-HONGRIE.

Dans la galerie des machines sont placés, à droite, les spécimens de la maison *Ganz* et *Tarsa*, plus loin des échantillons de dynamite et amorces de *Mahler* et *Eschenbacher*, ainsi qu'une forge portative; enfin, près de la grande avenue transversale, des blindages en acier pour visières, cuirasses, caissons, portes de forts, etc.

RUSSIE.

Le musée pédagogique militaire est dans la travée n° 1, contre l'avenue tranversale; les armes blanches et les projectiles de la fabrique de *Zlatooust* se trouvent dans la travée n° 3.

SUISSE.

Cette nation a exposé des types de coiffures militaires dans la travée n° 2.

BELGIQUE.

Les armes portatives sont placées dans la travée n° 3, qui contient aussi des mitrailleuses *Christophe-Montigny* et des chevalets pour le tir.

Dans la galerie des machines, une carabine *Comblain* est disposée sur un banc de tir d'expériences du système *Jaspar*.

A soixante mètres plus loin, à droite, le major Le Boulengé a exposé ses télémètres.

PAYS-BAS.

Dans la galerie des machines, on trouve :

Un canon de 12ᶜ rayé, en bronze, se chargeant par la culasse, sur affût en fer (proposition du major *Huiter* et du capitaine *von Kerbwyk*);

Digitized by Google

Un avant-train d'affût de rechange de 8c pour l'artillerie montée, un affût de rechange, un caisson à munitions pour canon de 8c (chargement par la culasse), un caisson à munitions d'infanterie, et différents modèles d'obus pour canon de 12c, se chargeant par la culasse, avec leurs fusées;

Puis, dans la travée n° 3, des photographies de matériel, et, dans la travée n° 2, des armes portatives.

Enfin, deux petits affûts de montagne, des modèles de harnachement et des modèles d'armes portatives, dans la section des colonies des Pays-Bas, à l'entrée du grand pavillon d'angle.

Après avoir terminé l'examen de la section des Pays-Bas, on atteindra la section française en parcourant la galerie du travail, à l'extrémité de laquelle est assemblée la carte de l'état-major français au $\frac{1}{80000}$.

FRANCE.

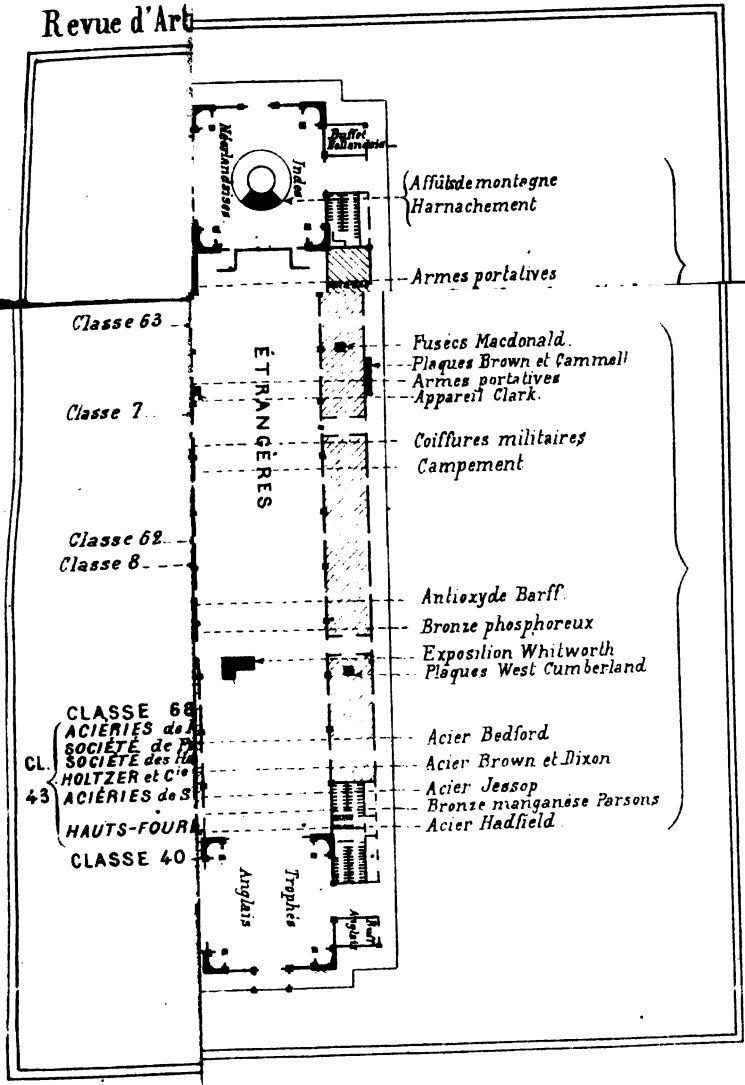
Le plan (Pl. V.) donne les noms des classes dans lesquelles on peut trouver quelques sujets d'étude.

On citera seulement, dans cette nomenclature, les objets sur lesquels il convient d'appeler principalement l'attention.

Le visiteur, allant de la galerie du travail à la galerie d'honneur, trouvera presque tous ces objets dans la galerie des machines.

Galerie des machines, classe 50 : petits modèles de four *Martin-Siemens,* convertisseur *Pernot* et convertisseur *Ponsard* pour la fabrication de l'acier, *Leclerc,* petit modèle de fonderie pour projectiles. — *Voruz* (Nantes), machines pour le moulage des obus de divers calibres. — *Enfer,* soufflets et forges portatives de campagne. — *Ruggieri,* artifices. — *Davey, Bickford et Cie,* fusées de sûreté pour mines, modèles de cartouches pour mines. — *Société*

Digitized by Google



V. Derouet del.

Digitized by Google

Digitized by Google

générale pour la fabrication de la dynamite; cartouches, plans et vues de travaux.

Classe 55 : *Colas*, embattage mécanique des roues de voitures. — *Varrall*, *Elwell* et *Middleton*, machines-outils diverses. — *Œschger et Mesdach*, machine à sertir les ceintures en cuivre sur les projectiles.

Classe 43; tout ce qui, dans cette classe, peut intéresser l'artillerie se trouve réuni, soit dans la salle n° 1 de la travée n° 3, près de la galerie d'honneur, soit dans une annexe située à l'autre extrémité du Champ-de-Mars, en face l'École militaire.

Salle n° 1 : *Société anonyme des aciéries et forges de Firminy*, tubes à canons, frettes tourillons. — *Société anonyme des forges de Franche-Comté*, projectiles. — *Jacob, Holtzer et Cie*, aciers en barres, canons. — *Compagnie des fonderies, forges et aciéries de Saint-Étienne*, tôles, blindages, canons, tubes à canons. — *Société des hauts-fourneaux, fonderies et ateliers de construction de Marquise*, fontes brutes et moulées. — *Société anonyme des hauts-fourneaux de Maubeuge*, fontes et fers marchands.

Annexe de la classe 43 : *Marrel frères*, plaques de blindage.

Classe 68, travée n° 2 : *Mathieu-Castay*, modèles de fusils de guerre. — *Le Mat*, carabines-revolvers et revolvers à mitraille. — *Hotchkiss*, canon de campagne avec affût, quatre canons-revolvers, mitrailleuse sur affût. — *Biny*, modèle d'affût à éclipse. — *Gastine-Renette*, arme de guerre se chargeant par la culasse; tube à tir. — *Perreaux*, modèle de canon théorique à longue portée. — *Gronnier*, machine à tarauder les obus; obus à couronnes de balles; couronnes de refroidissement pour protéger les ceintures pendant la coulée des obus.

Classe 40, travée n° 2 : *Gevelot*, cartouches et amorces. — *Gaupillat*, douilles et amorces. — *Marion*, fusil à tir rapide. — *Gastine-Renette*, fusils, carabines, pistolets.

Digitized by Google

Après avoir étudié cette dernière classe, qui touche à la grande galerie d'honneur, on pourra visiter dans le parc, près de la porte de Seine, les trois pavillons du Creusot, de Terre-Noire et de Saint-Chamond.

Ces pavillons, installés d'une façon remarquable, contiennent de très-beaux spécimens métallurgiques.

Le Creusot a exposé des tubes à canon, des plaques de blindage et un modèle en bois du canon de 100 tonnes, grandeur naturelle, sur un wagon porte-corps.

Saint-Chamond a exposé des tubes, des plaques de blindage, de nombreux projectiles et un petit canon se chargeant par la culasse.

Terre-Noire a aussi des projectiles et des plaques (1).

Enfin, on trouvera, dans le palais du Trocadéro, la collection des armes anciennes qui fait partie de l'exposition rétrospective.

En résumé, l'Exposition de 1878 offre des sujets d'étude très-restreints au point de vue spécial de l'artillerie, car presque toutes les puissances se sont abstenues d'exposer les produits de leurs meilleurs spécialistes.

Il est possible que de nouvelles installations viennent augmenter la liste des objets qu'on vient de citer; dans un prochain numéro, la *Revue d'artillerie* tiendra compte de ces modifications et commencera l'étude détaillée des expositions les plus importantes.

(*A suivre.*)

---

(1) La *Revue* publiera prochainement la description de ces trois expositions.

Digitized by Google

ÉTUDE

SUR LA

PRATIQUE DU TIR EN BRÈCHE

A GRANDE DISTANCE.

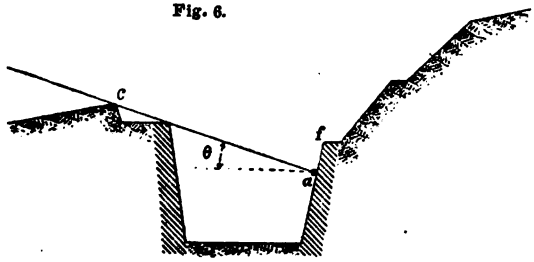
[*Fin*] (1).

D) — CHOIX DE LA TRAJECTOIRE MOYENNE.

On a vu, au paragraphe A, comment se détermine le point le plus bas à atteindre pour produire une brèche praticable dans un mur soutenant des terres et comment se calcule l'angle θ.

Si des projectiles lancés dans des conditions identiques suivaient tous la même trajectoire, celle-ci serait déterminée par la condition de passer aux points a et c (ou γ)

Fig. 6.



et de faire, en ce dernier, l'angle $\Omega = \theta + \varepsilon$ avec la ligne qui joint la pièce au point c (ou γ), ε étant l'angle de site.

Il se produit dans le tir des écarts d'une grandeur variable. D'après la loi de la répartition des coups, on sait que si l'on considère la trajectoire moyenne d'un groupe de projectiles tirés dans des conditions données, ceux-ci

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XI, p. 516.

Digitized by Google

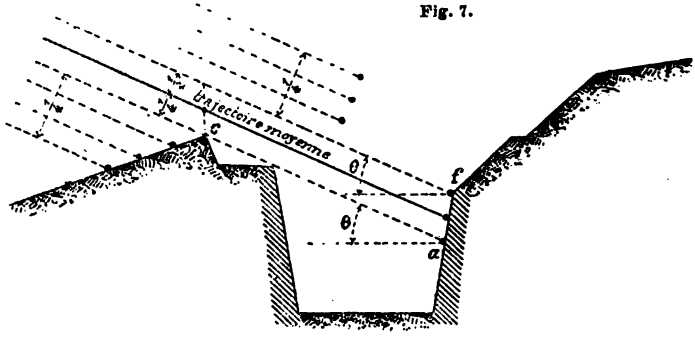
se dispersent de telle sorte que $\frac{1}{4}$ passe au-dessus, $\frac{1}{4}$ au-dessous du coup moyen, à des distances inférieures à l'écart probable, la moitié restante se répartissant également en dessus et en dessous, à des distances qui varient de une à quatre fois l'écart probable en hauteur.

Or, si l'on déterminait la trajectoire moyenne par la condition de passer au point *c* et au point *a*, les coups au-dessous de la trajectoire moyenne ($\frac{1}{2}$ du nombre total) ne frapperaient que la masse couvrante.

Comme il semble rationnel de mettre, dès le début, le plus grand nombre possible de projectiles dans la maçonnerie à détruire, il faut donc faire en sorte que la trajectoire moyenne passe à une certaine hauteur au-dessus de la crête couvrante.

Le cas type serait celui où, l'écart probable étant égal à la moitié de la fraction de mur à renverser, on ferait passer la trajectoire moyenne à une hauteur égale à cet écart au-dessus de la crête couvrante, de façon à ce qu'elle rencontre le mur au milieu de la brèche à ouvrir (fig. 7). On mettrait ainsi (théoriquement) la moitié des

Fig. 7.



projectiles dans la maçonnerie, les coups trop hauts ($\frac{1}{4}$) frappant le parapet et bouleversant les terres, les coups trop bas ($\frac{1}{4}$) atteignant et écrêtant la masse couvrante. La plus grande densité de coups se trouverait au milieu de la surface à détruire, *mais varierait peu de ce point au bas*

Digitized by Google

et au sommet de la brèche (¹). Ce cas type ne se présentera que très-rarement.

Les profils de la fortification sont tels que les rapports entre la demi-hauteur de brèche ($\frac{1}{2}$ *fa*) et l'écart probable en hauteur r_h sont très-différents entre eux. C'est de la valeur de ce rapport que l'on déduit, au moyen des règles pratiques qui vont être formulées, à quelle hauteur au-dessus de la crête couvrante on doit faire passer la trajectoire moyenne.

On connaît *fa* et on prend pour r_h une valeur approchée, correspondant à peu près à la distance de la pièce au point *c* (ou γ) (²).

Si r_h est inférieur ou égal à la demi-hauteur de la brèche $\frac{1}{2}$ *fa*, on fera passer la trajectoire moyenne à une hauteur $K = r_h$ au-dessus du point *c* et, par ce moyen, on mettra dans le mur la moitié au moins des coups.

Si l'écart probable en hauteur r_h est supérieur à $\frac{1}{2}$ *fa*, il peut se présenter 3 cas : 1° si ces deux quantités sont toutes deux très-faibles (1 mètre au plus), on prendra $K = r_h$; 2° si elles sont considérables toutes deux, on donnera à la hauteur K la valeur $\frac{1}{2}$ *fa*; le mur ne recevra plus qu'une quantité de projectiles inférieure à la moitié des coups tirés; 3° si $\frac{1}{2}$ *fa* est de beaucoup inférieur à r_h, il faudra prendre K entre $\frac{1}{2}$ *fa* et $\frac{3}{2}$ *fa au plus*; on sera dans un cas très-défavorable.

Si l'angle Ω, par suite de la nature du profil et du terrain des attaques est très-considérable, la justesse et la vitesse restante peuvent être insuffisantes pour faire brèche.

(¹) Le mur serait en même temps atteint et fortement endommagé, sinon détruit au-dessous du point *a*, tant par suite de l'abaissement de la crête couvrante qui livrera passage à un certain nombre de coups, que par l'effet des explosions, désagrégeant la maçonnerie d'autant plus au-dessous du point touché, que les charges intérieures des projectiles sont plus fortes.

(²) On cherche, dans les tables, deux angles de chute encadrant l'angle Ω, et correspondant à la portée *d* en nombre rond, la plus voisine de la distance D à laquelle on se trouve. Lorsque D est plus grand que *d*, si Ω est plus près du plus petit que du plus grand de ces deux angles, on prend pour r_h la moyenne entre les deux écarts correspondants ; dans le cas contraire, on adopte la valeur du plus grand des deux. Lorsque *d* est plus grand que D, on prend la moyenne dans le second cas, et le plus petit écart dans le premier.

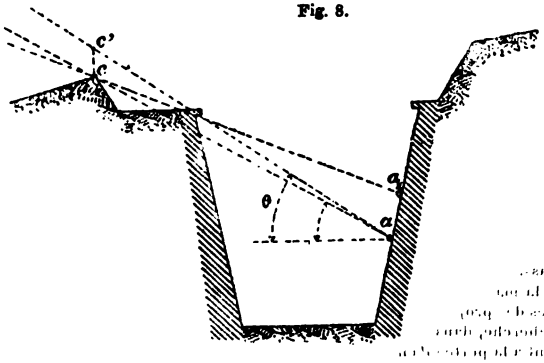
Digitized by Google

Il y aura lieu, dans ce cas, lorsque la chose sera possible, de faire sauter la crête couvrante, de manière à pouvoir faire passer plus bas la trajectoire moyenne ; sinon, il faudra soit essayer de raser la crête par un tir direct, soit même exécuter la brèche *de près*.

Si la brèche à ouvrir est très-haute et la maçonnerie assez bien défilée, l'angle de chute nécessaire étant par suite considérable, il pourra y avoir avantage à prendre tout d'abord le point le plus bas, non à sa place théorique, mais à 1 mètre ou 2 *au-dessus*. On aura ainsi, au début, un angle de chute plus faible, une vitesse et une justesse plus considérables. On démolira, en premier lieu, la partie supérieure, puis on augmentera l'angle de chute jusqu'à sa valeur nécessaire, et la maçonnerie, déjà ébranlée par le premier tir, sera plus facilement détruite. Dans ce cas, il est évident que θ change ainsi que les écarts en hauteur; les éléments du tir seront à déterminer deux ou trois fois; à partir de la seconde, on pourra tenir compte de l'abaissement de la crête couvrante et il y aura lieu, chaque fois, de déterminer la trajectoire moyenne, comme il a été dit.

Il peut se présenter certains profils tels, que la ligne joignant la crête *c* au point *a* rencontre la contrescarpe.

Fig. 8.



Si, comme pour ca_1 (fig. 8), la portion de contrescarpe qui pourrait arrêter les projectiles est assez faible pour être facilement détruite par eux, on peut ne point s'en

inquiéter. Dans le cas contraire, et s'il n'est pas possible de faire sauter l'obstacle, il faudra se résoudre à augmenter l'angle de chute; on adoptera celui qui serait déterminé par une ligne telle que $c'a$, ne faisant qu'écorner l'obstacle, et la trajectoire moyenne devra passer au-dessus de c' de la quantité convenable, K.

Dans la plupart des cas, le relèvement K de la crête couvrante n'augmentera l'angle d'élévation du but et, par suite, l'angle de tir que de quelques minutes seulement; on sait que 1 mètre de différence de niveau pour 100 mètres ne conduit à augmenter l'angle de tir que d'environ 30 minutes.

Le choix de la trajectoire moyenne une fois fait, on déterminera exactement l'angle $\Omega = \theta + \varepsilon$ comme il a été indiqué plus haut, ε étant l'angle de site des points c, c' ou γ, suivant les cas.

La trajectoire moyenne du groupe de coups, que l'on obtiendrait en déterminant les éléments du tir par cette condition, passerait par la crête couvrante (ou le point c'); il faut donc calculer ensuite l'augmentation à donner à l'angle de tir pour obtenir le relèvement K; ce qui se fait au moyen de la formule

$$\varepsilon' = \frac{360^\circ}{2\pi}\frac{K}{D} = 57\,\frac{K}{D}, \text{ en degrés,}$$

ou bien ε' en minutes par la formule $3\,420\,\frac{K}{D}$ [1];

D étant la distance de la pièce au point c (ou γ).

E) — CALCUL DES ÉLÉMENTS DU TIR.

La première chose à faire, surtout quand la position de la batterie est imposée, c'est de vérifier si la vitesse restante que l'on peut obtenir est suffisante et si l'on ne peut pas tirer à charge entière.

Pratiquement, les chiffres donnés plus haut pour les

[1] Comme K est toujours très-petit par rapport à la distance D, on peut admettre que cette ligne se confond avec un arc de cercle de rayon D, intercepté par un angle au centre égal à ε'.

Digitized by Google

vitesses restantes limites ne doivent être considérés que comme des indications, au-dessous desquelles il est bon de ne point descendre. Si l'obliquité du tir est très-considérable (ce cas se présentera quand il faudra faire brèche à une demi-lune ou à un ravelin), la vitesse horizontale restante ne sera pas utilisée tout entière, et, pour avoir un renseignement de quelque valeur, il faudra multiplier la vitesse des tables [1] par le cosinus de l'angle de chute et ensuite par le cosinus de l'angle d'obliquité (angle fait par la ligne de tir avec la direction de la normale au mur). C'est le chiffre résultant de ces opérations que l'on devra comparer aux limites.

Si l'examen de l'angle de chute nécessaire fait voir que l'on ne peut pas tirer à charge entière, il faut avoir recours aux tables du tir plongeant. On connaît la distance D de la batterie au point c (ou γ) et l'angle de chute $\Omega = \theta + \varepsilon$ en ces points. Les tables donnent les valeurs des angles de tir et des charges correspondant à des angles de chute généralement différents de Ω et à des distances qui ne sont pas nécessairement D.

Il y a donc lieu de faire des interpolations, qui, sans être très-délicates, demandent cependant un certain soin. Les formules suivantes permettent d'opérer rapidement, sans chance d'erreur : elles ont été obtenues en traitant la question d'une façon générale et en éliminant les termes inutiles par lesquels on passe pour arriver au résultat.

La distance D est forcément comprise entre deux distances inscrites dans les tables, d et $d + 100$; d étant un nombre entier de centaines de mètres. Si on appelle δ le nombre de mètres à ajouter à d pour avoir D, on a $D = d + \delta$ [2].

---

[1] On prendra par approximation, pour la vitesse restante, les valeurs qui correspondent à celles que l'on a prises pour les écarts probables, et on opérera de la même manière.

[2] En général, on ne connaîtra pas d'une façon mathématique cette distance D. On cherchera à en obtenir une valeur aussi exacte que possible, en prenant l'approximation en plus ou en moins, suivant que l'on se décidera pour le réglage du tir sur le talus extérieur du rempart ou sur la masse couvrante. Si on peut prendre une distance inscrite dans les tables, les calculs sont considérablement simplifiés.

Digitized by Google

Les tables de tir peuvent avoir pour en-tête de chaque série de données : soit l'angle de tir (canons de 24, de 12), soit l'angle de chute, soit la distance (canon de 138^{mm}).

Premier cas. — Angle de tir.

On cherche deux pages consécutives donnant, pour les distances d et $d+100$, des angles de chute encadrant Ω, de telle sorte que, sur la première page, il y en ait au moins un plus petit et, sur la seconde, au moins un plus grand. Soient φ et φ' les angles de tir correspondants.

L'angle φ à la distance d avec la charge c amène l'angle de chute ω

—	φ	—	$d+100$	—	c_1	—	ω_1
—	φ'	—	d	—	c'	—	ω'
—	φ'	—	$d+100$	—	c'_1	—	ω'_1

On veut obtenir un angle de chute Ω à la distance $d+\delta$: si l'on pose $\Omega-\omega=\tau$, $\Omega-\omega_1=\tau_1$ quand Ω est plus grand que ω_1, et $-\tau_1$ dans le cas contraire; la variation y de l'angle de tir φ, c'est-à-dire la modification à lui faire subir, sera :

$$y=\frac{\varphi'-\varphi}{\omega'-\omega}\left[\tau\left(1-\frac{\delta}{100}\right)\pm\tau_1\frac{\delta}{100}\right]$$

y aura, dans presque tous les cas, une valeur positive.

La variation de la charge c sera :

$$g=\frac{\delta}{100}\left[\frac{y}{\varphi'-\varphi}\left(c+c'_1-(c_1+c')\right)+(c_1-c)\right]-\frac{y}{\varphi'-\varphi}(c-c')\ (^1),$$

g sera presque toujours négatif; la charge c devra donc être diminuée de cette quantité.

Dans cette formule et dans les suivantes, les angles doivent être tous exprimés en minutes et les charges en grammes.

(1) Dans ce cas et dans les cas suivants, lorsqu'on calcule l'expression de la charge, il est bon de la mettre d'abord sous la forme $g=\frac{\delta}{100}[A]-\frac{y}{\varphi'-\varphi}(c-c')$; le terme [A] servira pour régler le tir.

Digitized by Google

Deuxième cas. — Angle de chute.

On cherche deux tableaux consécutifs dont les en-tête soient l'un, ω, plus petit, l'autre, ω', plus grand que Ω.

Pour avoir l'angle de chute ω à la distance d,			il faut un angle de tir φ		et une charge c		
—	ω	—	$d + 100$	—	φ_1	—	c_1
—	ω'	—	d,	—	φ'	—	c'
—	ω'	—	$d + 100$	—	φ'_1	—	c'_1

pour obtenir l'angle de chute $\Omega = \omega + \tau$ à la distance $d + \delta$, la variation de l'angle φ devra être de :

$$y = \tau \frac{(\varphi' - \varphi)}{\omega' - \omega} - \frac{\delta}{100}(\varphi - \varphi_1).$$

La variation de la charge sera obtenue au moyen de la même formule que dans le cas précédent.

Troisième cas. — Distance (1).

On cherche dans chacun des deux tableaux correspondant aux distances d et $d + 100$, deux angles de chute consécutifs, ω et ω' pour le premier, tels que ω soit plus petit que Ω et que ω', $\omega_1 < \omega'_1$ dans le second, ω'_1 étant plus grand que Ω.

Si la charge est en poudre SP_1 et non en rondelles, on pourra procéder comme il suit :

A la distance d,		un angle de tir φ		et une charge c		donnent un angle de chute	ω
—	d,	—	φ'	—	c'	—	ω'
—	$d + 100$	—	φ_1	—	c_1	—	ω_1
—	$d + 100$	—	φ'_1	—	c'_1	—	ω'_1

La variation de l'angle de tir φ sera donnée par la formule :

$$y = \tau \frac{(\varphi' - \varphi)}{\omega' - \omega} + \frac{\delta}{100}\left[(\varphi_1 - \varphi) \pm \tau_1 \frac{(\varphi'_1 - \varphi_1)}{\omega'_1 - \omega_1} - \tau \frac{(\varphi' - \varphi)}{\omega' - \omega}\right],$$

(1) On emploie également ces formules quand les éléments relatifs à une charge donnée sont groupés en tableau. Alors $c = c_1$, $c' = c'_1$. Les conditions pour les ω sont les mêmes.

Digitized by Google

en posant toujours :

$$\tau = \Omega - \omega \pm \tau_1 = \Omega - \omega_1.$$

La modification à faire subir à la charge c sera :

$$g = \frac{\delta}{100}\left[\frac{y}{\varphi' - \varphi}(c - c') - \frac{y}{\varphi'_1 - \varphi_1}(c_1 - c'_1) + c_1 - c\right] - y\frac{(c - c')}{\varphi' - \varphi}\text{ (1)}$$

On pourra presque toujours trouver, sur chacun des deux tableaux consécutifs, deux angles de chute correspondant aux mêmes charges c et c', et satisfaisant néanmoins aux conditions exprimées plus haut.

La formule de la charge deviendra :

$$g = \frac{\delta}{100}\left[\frac{y\,(c - c')}{\varphi' - \varphi} - \frac{y\,(c - c')}{\varphi'_1 - \varphi_1}\right] - \frac{y\,(c - c')}{\varphi' - \varphi}.$$

Si les charges sont exprimées en rondelles, on cherchera dans les deux tableaux consécutifs (d) et $(d + 100)$ une charge à laquelle corresponde, dans le premier, un angle de chute ω plus petit que Ω, dans le second, un angle ω'_1 plus grand que Ω.

S'il y a ambiguïté, et si plusieurs charges satisfont à cette condition, on choisira celle qui semble devoir donner les résultats les plus voisins de Ω pour la distance $d + \delta$: c'est-à-dire que, si δ est plus grand que 50 mètres, ω'_1 devra être plus près de Ω que ω, et inversement.

Si l'on peut modifier quelque peu la distance $D = d + \delta$ à laquelle on comptait se placer, il sera plus avantageux de chercher seulement en quel point il faut

(1) Ces formules sont les formules générales d'interpolation : pour retrouver les autres il suffit, dans le premier cas, de faire $\varphi = \varphi_1$, $\varphi' = \varphi'_1$ et pratiquement, à une ou deux minutes près, $\omega'_1 - \omega_1 = \omega' - \omega$. Dans le second cas, $\omega = \omega_1$, $\omega' = \omega'_1$ et $\varphi'_1 - \varphi_1 = \varphi' - \varphi$.

Si, comme on l'a fait remarquer plus haut, on a pu prendre pour ses calculs une distance d inscrite dans les tables, on ne fera naturellement entrer dans les formules que les données relatives à cette distance, pour deux angles de chute l'un plus petit, l'autre plus grand que Ω. Les formules se déduisent de celles du texte en supprimant tous les termes multipliés par $\frac{\delta}{100}$. On calculera néanmoins la valeur du terme [A]. La correction à faire subir à la portée, qui s'effectue comme on le verra plus loin, ramène cette dernière soit entre d et $d - 100$, soit entre d et $d + 100$: on remplacera toujours c_1 et c'_1, φ_1 et φ'_1 par les valeurs correspondant à la plus grande des deux distances.

Digitized by Google

être, entre d et $d + 100$ mètres, pour obtenir l'angle voulu avec la charge c en rondelles. La distance à laquelle on devra tirer sera :

$$d + 100 \frac{\Omega - \omega}{\omega'_1 - \omega},$$

et l'angle de tir :

$$\Phi = \varphi + (\varphi'_1 - \varphi) \frac{\Omega - \omega}{\omega'_1 - \omega},$$

φ et φ'_1 étant les angles de tir correspondant aux angles de chute ω et ω'_1.

Si la distance est imposée d'une façon absolue, on commencera le tir avec la charge c en rondelles :

L'angle de tir :

$$\Phi = \varphi + \frac{\delta}{100} (\varphi'_1 - \varphi),$$

et l'angle de chute que l'on obtiendra sera égal à

$$\omega + \frac{\delta}{100} (\omega'_1 - \omega).$$

L'angle de tir et la charge une fois obtenus, on cherchera une valeur approchée de la dérive (si le pointage peut se faire à la hausse), ou de la dérivation, en procédant comme on l'a fait pour l'écart probable.

ⓔ) — RÉGLAGE ET CONDUITE DU TIR.

On connaît l'angle de tir $\Phi = \varphi + y$ qui, augmenté ou diminué de l'angle de site ε (¹), amènerait le projectile lancé avec une charge $C = c + g$, à la distance donnée, en le faisant tomber sous l'angle voulu. La trajectoire moyenne passant par le point c (ou par les points c et γ), on doit obtenir, dans ces conditions, 50 p. 100 de coups dans la masse couvrante. On connaît également l'angle ε' dont il faut relever la gerbe des coups pour produire sur le mur le meilleur effet possible, eu égard au nombre de projectiles tirés.

Ce sont les éléments mathématiques du tir. Pour la

(¹) ε est l'angle de site du point c ou du point γ, suivant les cas.

Digitized by Google

suite des opérations, le commandant de la batterie devra dessiner à une échelle convenable ($\frac{1}{100}$) : 1° le profil ; 2° l'élévation face à la batterie de brèche ; 3° le plan de la portion de fortification à battre.

Réglage en portée. — On peut régler le tir sur la masse couvrante ou sur le parapet.

On emploiera de préférence le premier moyen, lorsque la distance entre *c* et *a* sera courte ; lorsqu'on pourra bien noter les points de chute en plaçant un observateur dans le prolongement, ou à peu près, de la crête couvrante ; lorsqu'on pourra, par suite du commandement de la batterie sur la masse couvrante, apprécier avec une exactitude suffisante, la distance des points de chute à la crête.

On choisira le deuxième procédé lorsque la distance entre *c* et *a* sera telle que l'on aura été amené à prendre pour but le point γ ; lorsqu'on ne pourra pas placer d'observateurs sur le côté et que les points de chute ne pourront être notés que de la batterie ou dans son voisinage. On aura ainsi des projectiles immédiatement utilisés, qui bouleverseront les terres du parapet ou même atteindront soit le terre-plein, soit le mur.

Dans le premier cas, on emploiera pour le tir d'essai, l'angle de tir $\Phi \pm \varepsilon$ et une charge inférieure à C [1].

Dans le second, au contraire, on prendra une charge supérieure, de façon à ce que le tir soit assez long pour qu'on puisse espérer voir arriver environ la moitié des coups sur le parapet.

Si on peut observer directement la majeure partie des

---

[1] La formule établie pour la charge permet de voir aisément que, l'angle de tir étant constant, si l'on veut augmenter ou diminuer la portée de δ_1 mètres, il suffit d'augmenter ou de diminuer la charge de $\frac{\delta_1}{100}$ [A]. Dans le premier cas, on pourra prendre δ_1 égal à deux fois l'écart probable en portée, et retrancher $\frac{\delta_1}{100}$ [A] de C. Dans le second, si sur le profil on joint la crête couvrante au point le plus bas que l'observateur puisse découvrir sur le parapet ou sur le mur, la longueur δ_2 de cette ligne multipliée par [A] donnera la valeur de l'augmentation de charge.

Si le calcul des éléments du tir a été fait avec une distance approchée, il faut naturellement tenir compte de la modification déjà introduite.

Digitized by Google

points de chute (position de la batterie très-dominante, escarpe très-découverte, possibilité de placer un observateur dans le couronnement), on pourra exécuter le tir d'essai avec l'angle $\Phi \pm \varepsilon$ et la charge C.

Si l'on peut placer un observateur sur le côté, il devra marquer, aussi exactement que possible, les points de chute sur le profil, en les numérotant. Dans le cas contraire, on cherche un point culminant à peu près dans la direction de la batterie, de façon à ce qu'on y puisse bien voir tous les coups qui frapperont le mur et le parapet; les points de chute seront indiqués sur l'élévation [1].

Cette opération pourra souvent être faite dans la batterie elle-même, de laquelle on notera, en tout cas, la direction des différents coups par rapport à des points bien nets de la fortification.

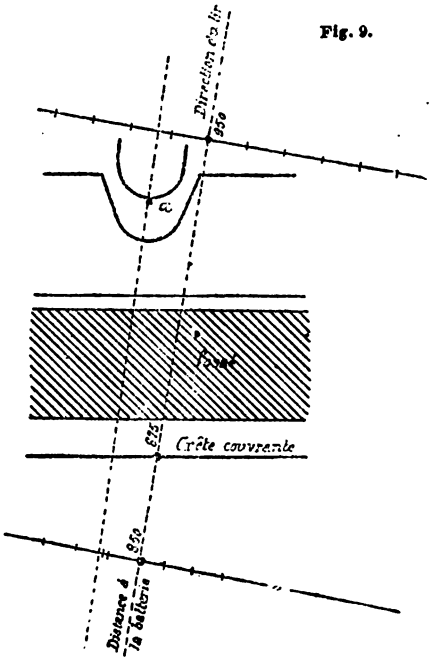


Fig. 9.

Pour procéder avec exactitude, il faudra, sur le plan (fig. 9), tracer la direction du tir par le milieu de la brèche à ouvrir : puis on mènera deux perpendiculaires à cette ligne, de façon à ce qu'elles encadrent les différentes lignes du plan et que les points où elles coupent la ligne de direction du tir soient à des distances rondes (centaines ou cinquantaines de mètres) de la bat-

[1] Il y aurait avantage à se servir d'une chambre claire ou de tout autre appareil analogue, pour dessiner avec une approximation suffisante les élévations et les profils, lorsque les données sont incomplètes.

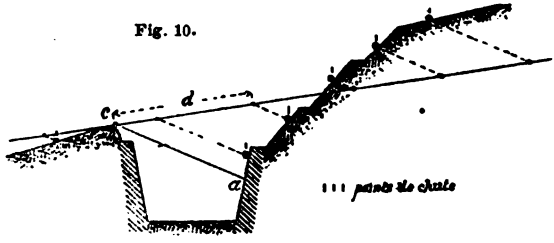
Digitized by Google

terie. Soient 850 et 950 mètres par exemple : à droite et à gauche du pied de chacune des perpendiculaires on portera sur elles des longueurs respectivement proportionnelles à 850 et 950, soient $8^{mm},5$ et $9^{mm},5$: les lignes qui joindraient deux à deux les points correspondants concourraient toutes au point de la batterie par lequel passe aussi la ligne « Direction du tir ».

Il suffira donc, pour tracer la direction d'un coup qui aura paru se projeter vers le milieu d'une traverse (*a*, par exemple), de faire passer par ce point une ligne recoupant les deux perpendiculaires à des distances proportionnelles des points correspondants.

Quand le nombre de coups tirés et observés (¹) semblera suffisant pour permettre d'obtenir avec une certaine approximation le point moyen, le commandant de la batterie tracera sur le profil une ligne faisant avec l'horizontale l'angle de site et passant par le point *c* (ou γ). Il reportera, s'il y a lieu, les coups observés et, par chacun

Fig. 10.



d'eux, il mènera des parallèles à la ligne *ca*, jusqu'à leur rencontre avec la ligne précédemment tracée. La moyenne des distances des points ainsi obtenus au point *c* (ou γ) sera la valeur de la correction à faire subir à la distance: soit δ'.

(¹) Il sera bon de noter, lorsqu'on réglera le tir sur le parapet, les coups qui ne pourront point être exactement observés, soit qu'ils aient frappé le mur, soit qu'ils aient dépassé la crête intérieure : ces renseignements ne seront d'ailleurs utilisés que comme une simple indication.

Quand on fait la moyenne des distances, il faut avoir soin de mettre le signe + si le coup est long, le signe — si le coup est court :

$$\delta' = \frac{\pm d_1 \pm d_2 \pm \ldots\ldots \pm d_n}{n}.$$

Digitized by Google

La variation de la charge employée pour le tir d'essai sera :

$$\frac{-\delta'}{100}[A];$$

elle sera positive ou négative, suivant les cas.

On recommencera ensuite à tirer avec la nouvelle charge et l'ancien angle de tir, en observant les coups comme précédemment ; si l'on n'a pas encore 50 p. 100 de coups dans la masse couvrante, il y aura lieu de faire une nouvelle correction à la charge :

$$\frac{-\delta''}{100}[A],$$

δ'' étant calculé comme δ'.

On peut aussi, si l'on veut, s'approcher du résultat désiré par des groupes de coups dont le point moyen soit alternativement en avant et en arrière du point c ; ce que l'on obtiendra sûrement en faisant varier la portée, pour la seconde opération, d'une quantité plus grande que δ', c'est-à-dire en la diminuant ou en l'augmentant d'une longueur supérieure à la distance du point moyen du tir d'essai au point c (ou γ).

Quand on est arrivé à obtenir à très-peu près le groupement voulu, et qu'il ne reste plus qu'à faire subir à la charge une variation inférieure à la limite des pesées faciles, on fixe la charge et on fait varier l'angle. On aura soin de faire en sorte que le dernier groupement soit un peu court, et on augmentera l'angle de tir employé jusqu'alors, de la quantité nécessaire pour amener le point moyen au point c (ou γ), et de l'angle ε' qui relèvera la trajectoire moyenne de la valeur convenable [1].

---

[1] Si la variation de la charge est de x grammes, il suffira, pour obtenir le nombre de minutes à ajouter à l'angle de tir, de multiplier x par $\frac{\varphi' - \varphi}{c_1 - c'_1}$: $c_1 - c'_1$ étant la variation de charge qui, dans les limites considérées, produit le même effet qu'une variation $\varphi' - \varphi$ de l'angle de tir. Le procédé de réglage par *angle de tir constant* a l'inconvénient de modifier un peu l'angle de chute : celui-ci est diminué si la distance de tir à laquelle on s'arrête est plus courte que D ; augmenté dans le cas contraire,

Digitized by Google

Si on ne peut observer que les projectiles tombant en deçà de la crête, on déterminera la position du point moyen en admettant une répartition uniforme depuis le point moyen jusqu'à une distance égale à l'écart en portée r_p. De $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ de coups courts, le point moyen sera à une distance de la crête variant de 0 à r_p mètres.

Réglage en direction. — La direction sera corrigée en même temps que la portée à l'aide du plan et de l'élévation ou du profil : sur chacune des directions tracées, on reportera les points de chute et on mesurera leurs distances à la « Direction du tir » sur des perpendiculaires à cette ligne. La moyenne de ces distances donnera la valeur du déplacement latéral à faire subir au point moyen : on effectuera la correction convenable, soit sur la dérive, soit sur la planchette de réglage.

Si les pièces employées sont du calibre de 138^{mm}, les charges étant en rondelles, le réglage en portée ne pourra se faire que par des corrections sur l'angle de tir.

Pour faire varier la distance de δ mètres en plus ou en moins, on augmentera ou on diminuera φ de $\frac{\delta}{100}(\varphi'_1 - \varphi)$, φ'_1 et φ étant les angles de tir qui, correspondant à une charge donnée, pour les distances d et $d + 100$ mètres, donnent lieu à des angles de chute encadrant le mieux possible celui que l'on veut obtenir.

L'angle de chute variera, à chaque correction, sensiblement comme l'angle de tir.

Exécution du tir d'essai. — Il semble préférable de régler le tir au moyen d'une seule pièce : on aura soin de placer au milieu de la batterie celle qui sera reconnue

---

qui sera le plus fréquent. Cette variation est d'ailleurs très-faible et il ne semble pas nécessaire d'en tenir compte. On peut, lorsque, d'après les renseignements que l'on possède, le tir d'une pièce diffère beaucoup de celui des tables, faire les calculs de la charge et de l'angle de tir avec un angle de chute différent de Ω, de telle façon que les opérations du réglage le ramènent à la valeur Ω. On trouve par l'examen des angles de chute dans les tableaux convenables, leurs variations pour des portées différant de 100 mètres.

Digitized by Google

comme la plus juste ou comme ayant tiré le moins grand nombre de coups. Son tir se rapprochera probablement plus de celui des tables, et le réglage pourra s'effectuer plus rapidement.

Les autres pièces prendront les données de la première; on leur assignera des buts distants les uns des autres de deux fois environ la valeur de l'écart en direction, la pièce du milieu conservant son but primitif: on fera d'abord pour chaque pièce les modifications résultant de son calibre et de son régime et, après le tir d'un certain nombre de coups, les corrections nécessitées par les résultats obtenus.

Chaque pièce tirera ensuite avec ses données particulières.

Conduite du tir. — Si la largeur de la brèche à ouvrir est supérieure au double de l'écart probable multiplié par le nombre des pièces, toute la portion de mur à abattre ne sera point renversée par le tir exécuté comme il vient d'être dit. Il y aura lieu de modifier la direction du tir après la destruction de la portion battue, en répartissant à droite et à gauche le feu des différentes pièces, le but assigné aux pièces extrêmes étant à une distance des bouts de la brèche au plus égale à l'écart probable.

Si l'on a devant soi une partie couvrante assez étroite, mais beaucoup plus basse que les crêtes environnantes, ou si l'on enfile un fossé dont la largeur est inférieure à celle de la brèche à ouvrir, on pourra faire tirer à droite les pièces de gauche, et *vice versâ*. Il faudra parfois, dans ce cas, modifier les données primitives, ce qui se fera au moyen des formules données plus haut.

Il sera bon, dans la plupart des cas, après la chute du revêtement, de tirer quelques coups, en augmentant un peu l'angle de chute pour faciliter le raccordement du talus d'éboulis avec le haut de la brèche, en détruisant les parties encore émergentes du mur. Cette opération devra se faire, autant que possible, avant la chute complète des

Digitized by Google

terres du parapet, qui de cette façon pourront aisément recouvrir tous les débris (¹).

Lorsque les terres du parapet n'auront pas été suffisamment battues et ameublies à l'avance par les coups longs, il y aura lieu de les faire tomber par quelques projectiles tirés à faible charge, pour que la pénétration ne soit pas trop forte et que l'explosion ne fasse pas camouflet.

Si le tir est très oblique, il faudra, pendant un certain temps au moins, pointer toutes les pièces sur le même point. Au delà de 60°, les projectiles ne pénètrent guère dans une maçonnerie de résistance moyenne que si plusieurs d'entre eux frappent successivement au même endroit.

Si la largeur de la brèche à ouvrir est notablement supérieure au double de l'écart probable multiplié par le nombre des pièces dont on dispose, et si le tir a une grande précision, on réalisera une économie de temps et de munitions en essayant un système analogue à celui des tranchées, employé dans le tir à petite distance.

On cherchera à obtenir des groupes de coups partant en même temps du centre de la brèche à ouvrir et s'éloignant à droite et à gauche. En général, lorsque le tir ne sera pas très oblique, chaque demi-batterie sera chargée de la moitié de la besogne. Les auteurs allemands recommandent de ne point chercher à couper entièrement le mur en un point, mais d'approfondir régulièrement la section horizontale sur toute la longueur de la brèche.

D'après le général autrichien Bylandt-Rheidt, « si le revêtement est très solide et la vitesse restante faible, les groupes de coups ne doivent être écartés que de 1 mètre au plus; dans les autres cas, on peut aller jusqu'à 2 mètres, quitte à démolir plus tard, s'il y a lieu, les parties qui resteraient intactes » (²).

(¹) Avec la pièce de 138 mm et la charge en rondelles, lorsque l'angle adopté au début aura été trop faible, le deuxième tir sera indispensable. On prendra la charge immédiatement inférieure à celle que l'on avait précédemment, et l'angle de tir convenable.

(²) Avec la pièce de 138 mm, les entonnoirs, produits par des projectiles frappant à 1m,50 de distance, se rejoignent même dans une maçonnerie très-résistante.

Digitized by Google

Les sections verticales pourront, dans la même hypothèse d'un tir peu oblique, être exécutées par chaque demi-batterie. On ne les commencera que lorsque la section horizontale sera terminée. Le général allemand de Decker indique, dans un ouvrage paru en 1873, quelques indices permettant d'apprécier l'état de la brèche, à défaut d'observation directe [1]. Le mur sera, en général, coupé très-profondément lorsque la fumée s'élèvera lentement et sera colorée en gris foncé.

Il est recommandé de tirer dans la section horizontale un peu plus longtemps qu'il ne serait nécessaire pour couper le mur.

Les sections verticales peuvent être immédiatement amenées à leur profondeur définitive; le mur s'écroulera souvent avant qu'elles ne soient entièrement terminées. Pour leur exécution, il y a lieu d'augmenter la charge et de diminuer l'angle de tir à chaque déplacement du groupe de coups. Si le tir est très oblique et qu'il faille réunir toutes les pièces de la batterie, il sera souvent avantageux de commencer la deuxième section verticale avant le complet achèvement de la première.

Si la maçonnerie est très résistante, il sera bon de ne pas se contenter de la section horizontale et des sections verticales; il faudra tirer un certain nombre de coups sur toute la surface du parement pour diviser les gros blocs qui resteraient après la chute du mur et pourraient rendre l'accès de la brèche difficile.

Si l'obliquité du tir est considérable et surtout si la crête couvrante n'est point parallèle à la maçonnerie à détruire, il faudra souvent modifier les éléments du tir lorsqu'on le déplacera latéralement; la distance du point *c* au point *a* et, par suite, l'angle θ pouvant éprouver des modifications considérables.

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, tome III, octobre 1873, p. 11, et tome IV, novembre 1874, p. 122. La plupart des renseignements donnés ici sur le tir méthodique à grande distance sont extraits des résultats obtenus par l'artillerie allemande devant Strasbourg, et des travaux du général Bylandt-Rheidt.

Digitized by Google

Cas particuliers. — Lorsque la maçonnerie que l'on doit détruire est soutenue par des voûtes en décharge, après la destruction du mur de masque, on devra démolir les têtes de voûte et les pieds-droits. On réclamera, s'il est possible, le secours de batteries d'enfilade, qui pourront prendre les pieds-droits d'écharpe, et de batteries de mortiers rayés qui écraseront les voûtes et ameubliront considérablement les terres (1).

Dans ce cas, d'après l'expérience des deux siéges de Paris (2), la brèche ne peut guère présenter qu'une série de débouchés assez étroits, situés au-dessus de chaque pied-droit; l'action des mortiers rayés et des pièces prenant la brèche d'écharpe peut seule contribuer efficacement à élargir ces passages sans exiger une trop grande perte de temps et de munitions.

Si le mur d'escarpe n'est consolidé que par des contreforts assez espacés, on peut ne point chercher à les détruire; la brèche se composera alors de plusieurs débouchés. Lorsqu'ils sont très-rapprochés et si l'on tire obliquement, ou si l'on est aidé par des batteries qui peuvent les prendre d'écharpe dans les parties basses de la portion découverte, on pourra essayer de les renverser. On risque ainsi de rendre l'accès de la brèche plus difficile en faisant tomber des débris de maçonnerie sur les terres qui recouvrent déjà les portions éboulées de l'escarpe. Il faudra naturellement faire cette opération avant d'avoir adouci la pente de la partie supérieure de la brèche. Quand on connaîtra cette particularité à l'avance, on devra en tenir compte en cherchant à couper le mur un peu plus bas que le point théorique *a*, pour avoir suffisamment de terres.

Les escarpes détachées offrent aux projectiles une moins

---

(1) Il faut avoir soin de ne point démolir, autant que possible, les clés de voûte : toute l'action des projectiles doit être portée aux pieds-droits et aux naissances des voûtes. Sans cette précaution, une grande partie des terres et des débris tomberait dans les casemates et ne servirait pas à la confection de la rampe.

(2) Rapport de la Commission chargée d'étudier les *Effets du tir de l'artillerie contre l'enceinte et les forts de Paris*. Août 1871.

Digitized by Google

grande résistance que les murs terrassés; elles s'ébranlent plus facilement, les projectiles qui les traversent produisent un double entonnoir que rien ne vient combler : la vitesse normale restante peut donc être plus faible, l'obliquité du tir plus considérable. Mais, il faut que le mur soit coupé très-près de son pied, d'où résulte pour l'angle de chute une grande valeur, d'autant plus que ces escarpes sont souvent placées au milieu du fossé.

Le point *a* (le plus bas de la brèche) sera choisi de telle façon que les décombres puissent, en s'amoncelant, arriver à peu près à sa hauteur. La brèche sera, la plupart du temps, difficile à exécuter, et en tout cas, d'un franchissement pénible.

Précautions diverses. — On cherchera à avoir un observateur dans le couronnement du chemin couvert, ou tout au moins, à un endroit tel qu'il puisse voir arriver les coups dans le mur.

On veillera à ce que le couronnement soit interrompu devant l'endroit où la brèche doit se faire, autrement la crête couvrante serait surélevée; et on demandera, toutes les fois que cela sera possible, que cette dernière soit abaissée par quelques explosions de mine. Lorsque l'on voudra faire un tir méthodique à grande distance, il sera bon de tenir un carnet de tir très-exact, de façon à savoir combien de projectiles auront atteint le mur en tel ou tel endroit, et quels sont les éléments à employer pour faire arriver les groupes de coups en ces différents points. On devra également contrôler de temps en temps le tir, en relevant la trajectoire de manière à venir frapper le parapet à une hauteur telle que l'on puisse bien voir arriver les coups et vérifier que le résultat obtenu ainsi est conforme à celui que l'on doit obtenir, en supposant le tir en brèche réglé.

On ne devra point considérer le tir comme déterminé d'après les conditions de la veille, lorsque l'état atmosphérique aura considérablement varié.

Digitized by Google

Dans les opérations du réglage, on devra faire sur le niveau lui-même les corrections de l'angle de tir; on annulera ainsi l'erreur qui aurait pu être commise dans la première mise au point. Il sera bon d'affecter à chaque pièce deux pointeurs se contrôlant mutuellement, afin que si l'un d'eux disparaît, l'autre puisse continuer le tir avec le même pointage. Si l'on ne connaît point la distance du tir, on peut la déterminer par quelques coups à charge entière, tirés sur un point bien défini de la fortification.

INFLUENCE DU POIDS, DE LA CHARGE, DE LA VITESSE RESTANTE DU PROJECTILE ET DE LA FUSÉE SUR LA NATURE DES EFFETS PRODUITS.

On sait qu'il faut théoriquement le même poids de fonte avec la même vitesse restante pour produire un résultat identique, abstraction faite de la forme de la pointe et de la charge intérieure. Pratiquement, il en est ainsi dans la première période du tir, tant qu'on ne fait qu'attaquer le mur, et lorsque les charges des projectiles employés sont proportionnelles à leur poids. Les fortes charges d'éclatement prennent un avantage énorme à la fin de l'opération, quand il s'agit de faire ébouler les terres, par suite des ébranlements considérables qu'elles produisent. Avec l'obus de 24 (charge de 1^k), les entonnoirs ne sont pas toujours immédiatement dégagés : la maçonnerie, effritée, ne tombe parfois même que sous l'action d'un coup voisin. Avec l'obus de 138^{mm} (charge de $1^k,700$), il ne reste dans l'excavation ni morceaux de projectile, ni éclats de pierre. La terre apparaît généralement dès que le mur est coupé ; cet effet n'a pas lieu avec les petits calibres et les charges intérieures faibles.

Les gros calibres sont donc toujours préférables : plus le projectile et sa pointe sont allongés, plus la profondeur de pénétration augmente. Une fusée d'une lenteur convenable ne donne l'éclatement qu'à la fin de la course de l'obus, et permet d'obtenir le plus grand effet possible. Au contraire, pour agir fortement sur une plongée ou un

Digitized by Google

glacis, il faut employer les fusées dont le fonctionnement est le plus rapide : les projectiles animés d'une certaine vitesse peuvent, en effet, ricocher, et ne produiraient que des traînées insignifiantes. Plus l'angle de chute sera grand et la vitesse restante faible, moins le ricochet aura chance de se produire. Pour raser une crête, il n'y aura donc point lieu de tirer d'abord à forte charge.

L'effet produit sur la maçonnerie croît surtout avec la masse et la charge intérieure du projectile. Une vitesse restante considérable peut donner des résultats inférieurs à ceux que l'on obtiendrait avec une vitesse moindre, les projectiles se brisant par le choc, surtout ceux de petit calibre ou à parois trop faibles.

Pour faire ébouler les terres, la vitesse d'arrivée doit être d'autant plus faible que celles-ci opposent une moins grande résistance à la pénétration. 200 mètres environ suffisent avec les canons de 24 et de 138, sur des terres ordinaires rassises. Il paraît bon de faire des espèces de tranchées à droite et à gauche de la masse encore debout du parapet : des feux de salve amèneront ensuite facilement la chute du merlon.

NOMBRE APPROXIMATIF DES COUPS NÉCESSAIRES A LA CONFECTION DE LA BRÈCHE.

Malgré les nombreuses expériences qui ont été faites, on ne peut cependant pas indiquer d'une façon précise le nombre de coups nécessaire pour la confection d'une brèche dans des conditions données. On connaît, soit le déblai moyen d'un coup isolé ou d'un petit nombre de coups, soit le résultat obtenu par l'emploi successif de charges, de projectiles et d'angles de chute différents. En se basant sur les premières de ces données, on part d'un résultat inférieur à celui qu'on obtiendrait réellement en faisant arriver un grand nombre de projectiles en des points voisins : le nombre trouvé sera souvent un peu fort.

Digitized by Google

Avec la pièce de 138^{mm}, on obtient un déblai moyen de 1$^{m.c.}$ à 0^{mc},800 pour des vitesses normales restantes V_r, variant de 350 à 200 mètres ; de 0^{mc},800 à 0^{mc},400, pour V_r, variant de 250 à 135 mètres ; avec la pièce de 24, de 0^{mc},400 à 0^{mc},200 pour V_r, variant de 250 à 200 mètres ; de 0^{mc},200 à 0^{mc},100 pour V_r, variant de 200 à 150 mètres. Ces chiffres se rapportent à une maçonnerie moyenne.

La valeur des charges intérieures et la forme plus allongée du projectile de 138^{mm} expliquent cette grande différence entre les effets produits par deux projectiles à peu près du même poids.

Soient l la largeur de brèche que l'on veut obtenir, fa sa hauteur, e et e' les épaisseurs du mur aux points f et a; le cube de maçonnerie à détruire est

$$l \times fa \times \frac{e + e'}{2} = B.$$

Si Q est le déblai moyen effectué par un projectile dans les conditions où l'on se trouve, le nombre des coups qui devront frapper le mur sera de $\frac{B}{Q}$. Mais tous les projectiles tirés n'atteindront pas, en général, la maçonnerie dans les limites de la brèche ; la chance d'atteindre obtenue au moyen du tableau donné précédemment (1) étant c, il faudra $\frac{B}{Q \times c}$ coups, pour produire le résultat voulu.

On forcera ce chiffre, pour tenir compte du nombre de coups nécessaire : 1° pour les tirs d'essai, suivant les difficultés de réglage; 2° pour faire tomber les terres, suivant leur quantité et leur qualité ; 3° pour détruire les pieds-droits des voûtes en décharge et les contre-forts. On aura ainsi un chiffre approximatif pouvant servir de base à un premier approvisionnement, qui sera probablement suffisant dans la plupart des cas.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XI, mars 1878, p. 527.

Digitized by Google

APPLICATION NUMÉRIQUE.

Une batterie armée de canons courts de 24, située à la cote 120, doit faire brèche à un mur d'escarpe, haut de 7 mètres, dont la magistrale est défilée à $\frac{1}{6}$. La crête couvrante est à la cote 125, à 30 mètres de distance horizontale du mur. Le talus extérieur du rempart a une longueur d'environ 10 mètres, la berme n'a que 70 centimètres de largeur, la distance de la crête couvrante à la batterie est de 1 140 mètres.

Détermination du point a. — On a :

$$fa = \frac{8 \times 49}{3{,}30 \times 10 + 6 \times 7} = 2 \text{ mètres.}$$

Détermination de Θ. — La distance de la crête à la muraille étant de 30 mètres et l'angle de défilement étant de $\frac{1}{6}$, la différence de cote entre les deux points est de $\frac{30}{6}$, soit 5 mètres. Entre le point c et le point a il y a :

$$5 + 2 \text{ mètres de différence de niveau,}$$

$$\operatorname{tg} \Theta = \frac{5+2}{30} = \frac{7}{30} = 0{,}233 = \operatorname{tg} 13°10',$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{5}{1140} = \operatorname{tg} 10' \text{ environ,}$$

$$\Omega = 13°20'.$$

Vérification de la vitesse restante. — A 1100 mètres pour 12°37′ d'angle de chute, on a 155 mètres de vitesse restante. L'angle de chute devant être 13°20′, il faut déduire de ce chiffre 4 p. 100 environ, soit 146 mètres : on peut donc exécuter le tir si le mur n'a pas une résistance exceptionnelle.

Choix de la trajectoire moyenne. — L'écart probable sera de $3^m{,}16$ environ : il est supérieur à $\frac{1}{2}\, fa$; on relèvera la gerbe des coups de $\frac{1}{2}\, fa$, soit 1 mètre.

La tangente de l'angle ε' sera donc $\frac{1}{1140}$, d'ou $\varepsilon' = 0°5'$ environ.

Digitized by Google

Éléments du tir.

Avec l'angle	12°	à la distance	1100	et avec la charge	914gr,	on a l'angle de chute	12°37
—	12°	—	1200	—	991	—	12°42
—	14°	—	1100	—	807	—	14°42
—	14°	—	1200	—	874	—	14°48

$$\Omega - \omega = \tau = 13°20' - 12°37' = 43'$$

$$\Omega - \omega_1 = \tau_1 = 13°20' - 12°42' = 38'$$

$$\omega' - \omega = 14°42' - 12°37' = 2°5' = 125'$$

$$y = \frac{120}{125}\left(43 \times \frac{60}{100} + 38 \times \frac{40}{100}\right) = 40'.$$

L'angle de tir à employer pour le tir d'essai sera :

$$\Phi = (\varphi + y) + \varepsilon = 12°50',$$

$$g = \frac{40}{100}\left[\frac{40}{120}(1\,788 - 1\,798) + 77\right] - \frac{40}{120}(107),$$

$$g = \frac{40}{100}[74] - 36 = -11.$$

La charge C sera $c + g = 914 - 11 = 903$ grammes.

Réglage du tir. — Pour régler le tir sur la masse couvrante, l'écart en portée étant de 14 mètres, dont le double est 30 environ, la charge à employer pour le tir d'essai sera :

$$C - \frac{30}{100}[A] = C - \frac{30}{100}[74] = 903 - 25,$$

soit 880 grammes, pour avoir une pesée facile.

Après le premier tir, le point moyen est à 55 mètres en avant de la crête : il faut augmenter la charge de :

$$\frac{55}{100}[A], \text{ soit 40 grammes.}$$

On recommence à tirer avec 920 grammes.

Enfin, sur 12 coups tirés, 8 sont tombés sur la masse couvrante.

La moitié de 12 est de 6 : les $\frac{3}{4}$ de 12 sont 9, le point moyen est à une distance de la crête égale aux $\frac{3}{3}$ de l'écart probable; soit 10 mètres environ.

Il faudrait augmenter la charge de :

$$\frac{10}{100}[A] = 7^{gr},4.$$

Digitized by Google

On modifie l'angle de tir en l'augmentant de :

$$7{,}4 \times \frac{\varphi' - \varphi}{c_1 - c'_1}.$$

Comme la distance actuelle du tir, résultant des modifications qu'on a fait subir à D,

$$1\,140 - 30 + 55 + 10 = 1\,175$$

est encore comprise entre 1 100 et 1 200, on prend :

$$c_1 = 991 \quad c'_1 = 874$$

et on a :

$$\frac{7{,}4}{107} \times 120' = 8' \text{ (avec approximation en moins).}$$

L'angle de tir devra donc être augmenté de $8' + \varepsilon'$, $= 8' + 5' = 13'$, soit 15′ environ.

Le tir sera réglé, et, dans le cas actuel, on aura environ $\frac{1}{3}$ des coups dans la masse couvrante.

Soient 2 mètres et $2^m,50$ les valeurs de e et de e' et $fa =$ 2 mètres.

La vitesse restante V_r est 150 mètres environ : le déblai d'un projectile est de $0^{mc},100$. Si on veut avoir 8 mètres de largeur minima pour la rampe, il faudra entièrement détruire un cube de maçonnerie de

$$B = 2{,}25 \times 2 \times 8 = 38 \text{ mètres cubes.}$$

Il faudra donc $\frac{38}{0{,}10} = 380$ projectiles touchant le mur dans les limites de la brèche.

La chance d'atteindre étant environ 0,20 correspondant à $K = \frac{2}{2 \times 3{,}16} = 0{,}32$, il faudra tirer $\frac{380}{0{,}20} = 1\,900$ projectiles.

On prendra comme chiffre de l'approvisionnement 2 100 coups.

Avec la pièce de 138^{mm}, il n'en faudrait que 600 environ.

Il est bon de remarquer que le cas étudié est loin d'être favorable.

R. Deville,
Lieutenant au 30e régiment d'artillerie.

Digitized by Google

LE

CANON AUTRICHIEN DE 15c.

Dans le numéro du mois de janvier 1878, la *Revue d'artillerie* a publié le compte rendu des expériences préliminaires faites en Autriche pour l'adoption d'un canon de 15c en bronze-acier.

A la suite de la première série des essais, on avait adopté, comme charge normale, une charge de 8 kil. de poudre à grains de 12 à 15 millimètres, d'une densité de 1,686, donnant une vitesse initiale de 450 mètres environ, sans que la pression intérieure dépassât 2000 atmosphères.

Dans la deuxième série des essais, on devait comparer, au point de vue de la justesse du tir, les deux canons de 15c, en bronze-acier, l'un, le n° 1, avec rayures à pas constant, l'autre, le n° 2, avec rayures à pas progressif, et faire un choix entre les systèmes proposés pour le montage des projectiles.

Nous publions aujourd'hui les résultats obtenus dans ces dernières expériences, que le capitaine autrichien Othmar Zawodsky a résumés dans un nouvel article, rédigé d'après les documents officiels.

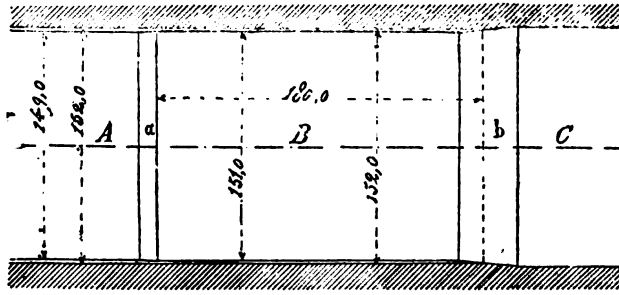
Extérieurement, les deux canons sont identiques; ils sont semblables aux canons de campagne modèle 1875; seulement, ils sont renforcés à hauteur de la chambre, immédiatement en avant du logement du coin de fermeture, d'une forte frette en bronze-acier.

Les tracés intérieurs des deux bouches à feu sont assez différents l'un de l'autre.

Digitized by Google

Le canon n° 1 a 36 rayures de largeur uniforme et à pas constant, qui prennent naissance dans le cône de raccordement de la partie rayée avec la chambre lisse du projectile ; cette dernière se raccorde elle-même par un cône avec la chambre à poudre, qui est d'un diamètre légèrement supérieur ; le pas des rayures est de 45 calibres ; leur inclinaison de 4°1'50'' ; leur profondeur de $1^{mm},5$; la longueur de la partie rayée est de 2535 millimètres.

Le canon n° 2 a également 36 rayures de largeur uniforme ; mais elles sont paraboliques ; leur inclinaison varie progressivement de 0° à 4°1'50'' et reste ensuite constante jusqu'à la bouche ; leur profondeur est de $1^{mm},5$;



leur largeur de $9^{mm},5$; elles se prolongent dans la chambre du projectile, B, dont le diamètre est de 2 millimètres plus grand que celui de la partie rayée, et où elles n'ont plus que $0^{mm},5$ de profondeur, et prennent naissance dans le cône de raccordement, *b*, de la chambre à poudre, C. La partie rayée, A, se raccorde avec la chambre du projectile par un court tronc de cône, *a* ; en y comprenant la chambre du projectile, elle a une longueur de 2715 millimètres ; le calibre exact (diamètre de l'âme mesuré sur les cloisons) est de 149 millimètres. Ainsi, dans le canon n° 2, la longueur de la partie rayée est augmentée de 1,2 calibre, et le projectile se trouve centré dès les premiers instants de son mouvement.

La fermeture de culasse est un coin plat, comme pour

Digitized by Google

les canons de campagne modèle 1875 ; seulement la saillie de la plaque extérieure du coin est enlevée, depuis les coulisses-guides jusqu'à la surface antérieure. Cette disposition a pour but d'éviter que cette plaque ne soit arrachée si de violentes fuites de gaz venaient à se produire.

L'arrêtoir de manivelle a son point de rotation au-dessous de la vis de serrage.

L'obturateur Broadwell, la bague dans laquelle il est logé et la plaque d'appui sont en cuivre rouge, comme dans les canons de campagne ; la hausse et le guidon sont aussi placés à droite de la pièce, mais le canal de la hausse est vertical. La lumière est percée, normalement à l'axe du canon, à 75 millimètres en avant de la face antérieure du coin; le grain, en cuivre rouge, est formé de deux parties assemblées.

La longueur totale de la bouche à feu est de $3^{m},600$; son poids de 3235 kil. ; la prépondérance de culasse est de 93 kil. avec la fermeture, et nulle sans elle.

On s'est décidé à employer les projectiles de 2,8 calibres de longueur, qui se sont montrés supérieurs à ceux de 2,5 calibres, au point de vue de la portée, de la vitesse restante et de la puissance de pénétration.

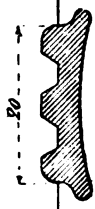
Les projectiles, destinés à être tirés dans le canon n° 1 dont les rayures sont à pas constant, furent munis de quatre cordons de cuivre, comme ceux de campagne modèle 1875. Mais on a dû adopter une autre disposition pour les projectiles du canon n° 2, dont les rayures sont à pas progressif; on les a garnis de deux ceintures de cuivre, de 20 millimètres de largeur, dont les profils sont donnés ci-contre. La ceinture avant, destinée à assurer le centrage (fig. 1), a un diamètre extérieur tel qu'elle pénètre de $0^{mm},1$ dans les rayures de la partie rayée (mais non dans celles de la chambre du projectile); on obtient ainsi le centrage, même des projectiles qui sont à la limite des tolérances. La ceinture arrière, ou cein-

Fig. 1.

Digitized by Google

ture de forcement (fig. 2), sert à guider le projectile, même dans la chambre; son diamètre extérieur est supérieur de $0^{mm},1$ à celui de l'âme au fond des rayures.

Fig. 2.



Dans les premiers essais, les deux canons se montrèrent sensiblement égaux au point de vue de leurs propriétés balistiques.

Le tableau suivant permet de comparer la puissance de pénétration des projectiles de ces deux bouches à feu en bronze-acier avec celle des projectiles du canon Krupp de 15c en acier, fretté, expérimenté en 1874 au polygone de Steinfeld, et du canon de 15c long, fretté, en service dans la marine autrichienne.

BOUCHES A FEU.	CALIBRE.	POIDS de la pièce.	POIDS du projectile.	POIDS de la charge.	RAPPORT du poids de la charge à celui du projectile.	VITESSE à 50 mètres de la bouche.	FORCE VIVE à 50 mètres par kilogramme de charge.	FORCE VIVE à 50 mètres par centimètre de circonférence du projectile.
	m'ill.	kil.	kil.	kil.		mètr.	t.-mèt.	t.-mèt.
Canons de 15c en bronze acier. N° 1, à pas constant.	149,0	3225	38,8	8,0	$\frac{1}{4,8}=0,206$	441,4	48,165	8,043
Canons de 15c en bronze acier. N° 2, à pas progressif.	149,0	3235	38,8	8,0	$\frac{1}{4,8}=0,206$	443,3	48,579	8,112
Canon Krupp de 15c expérimenté en 1874	149,1	2988	32,82	6,5	$\frac{1}{5}=0,201$	461,7	54,000	7,65
Canon de 15c long de la marine	149,1	4000	35,5	8,0	$\frac{1}{4,5}=0,225$	460,0	47,907	8,182

Ainsi, les canons de 15c en bronze-acier ont, à 50 mètres de la bouche, une force vive par centimètre de circonférence du projectile et, par suite, une puissance de pénétration supérieures à celles du canon Krupp de 15c, et à peu près égales à celles du canon long de la marine, bien que la vitesse restante de ces derniers soit, à cette distance, plus grande de

Digitized by Google

20 mètres environ. Cette force vive est, du reste, suffisante, si l'on en juge par des expériences antérieures, pour traverser complétement des plaques en fer forgé de 16 centimètres d'épaisseur avec leur matelas en bois. Ces nouvelles bouches à feu pourraient donc être employées avec avantage, dans la défense des côtes, pour tirer contre les navires cuirassés et venir en aide aux pièces de gros calibre.

Dans les tirs de justesse, qui firent l'objet de la deuxième partie des essais, et qui furent exécutés par séries de 20 coups à chacune des distances de 1 000, 2 000 et 3 000 mètres, on constata que les deux canons en bronze-acier avaient une précision remarquable, sans que l'on pût toutefois reconnaître une supériorité marquée à l'un d'eux ; les différences observées étaient de même ordre que les écarts donnés par une même pièce d'un jour à l'autre. Pour obtenir des éléments de comparaison plus complets, on fit tirer à chacun des canons trois séries de 20 coups à la distance de 2000 mètres ; et, pour se rendre compte de l'influence de l'usure de l'âme sur la justesse, on porta même à 300 le nombre total des coups tirés par chacun d'eux, en exécutant à la même distance des tirs comparatifs par séries de 25 coups.

Malgré ce nombre assez considérable de coups (pour le calibre de 15c), on n'observa aucune diminution dans la justesse. Toutefois, afin de pouvoir se prononcer sur la valeur relative des deux bouches à feu, on y tira, en deux séries de 20 coups, des projectiles dont les cordons ou les ceintures avaient été tournés exprès à un diamètre trop faible de $0^{mm},3$; on se plaçait ainsi dans les mêmes conditions que si l'âme des deux pièces avait subi une forte usure, et l'on pouvait fixer en même temps les limites des tolérances à admettre dans le montage des projectiles. Le tableau suivant fait connaître les résultats obtenus dans ces diverses expériences et permet en outre de comparer la justesse des deux canons de 15c en bronze-acier à celle du canon de 15c en fonte modèle 1861, se chargeant par la culasse, et à celle du canon Krupp de 15c fretté :

Digitized by Google

BOUCHES A FEU.	NOMBRE DE COUPS tirés avant la séance.	tirés.	ayant servi à calculer les moyennes.	ANGLE de tir.
Canon de 15c en bronze-acier n° 1, avec rayures à pas constant. Projectile en fonte, de 2,8 calibres de longueur, avec quatre cordons de cuivre, pesant 38k, 8 ; charge de 8 kil.	176	10	9	0°47'44"
	59	15	13	1°35'58"
	166	10	10	1°34'44"
	39	20	16	3°31'16"
	96	25	20	3°21'18"
	121	25	25	3°26'31"
	146	20	20	3°25'14"
	207	23	21	3°40'57"
	250	25	20	3°47'28"
	275	25	25	3°45'25"
	74	22	19	5°54'29"
	230	20	19	6° 8'44"
Coups tirés avec des projectiles dont les cordons avaient un diamètre de 0mm,3 trop faible.	300	20	19	3°46'7"
	320	20	20	3°44'53"
Canon de 15c en bronze-acier n° 2, avec rayures à pas progressif. Projectile en fonte, de 2,8 calibres de longueur, avec deux ceintures de cuivre, pesant 38k,8 ; charge de 8 kil.	168	10	9	0°47'58"
	51	15	9	1°33'47"
	158	10	10	1°34' 1"
	31	20	18	3°27'17"
	88	25	20	3°17'16"
	118	25	22	3°23'58"
	138	20	20	3°23'49"
	207	23	21	3°33'17"
	250	25	21	3°37'23"
	275	25	25	3°35'45"
	66	22	19	5°49'28"
	230	20	18	6° 8'40"
Coups tirés avec des projectiles dont les ceintures avaient un diamètre de 0mm,3 trop faible.	300	20	17	3°41'58"
	320	20	17	3°37' 1"
Canon de 15c en fonte, modèle 1861. Obus avec chemise de plomb, de 2,3 calibres de longueur, pesant 27k,737 ; charge de 2k,150.	»	»	»	1°23' 0"
	»	»	»	3° 3' 0"
	»	»	»	6°46' 0"
	»	»	»	11° 8' 0"
Canon Krupp de 15c en acier. Projectiles à ceintures de cuivre de 2,8 calibres de longueur, pesant 35k,5 ; charge de 8 kil.	»	»	»	»
	»	»	»	»

(1) Pour une cible de 0m,50 de hauteur.

Digitized by Google

...tres ...ronnes ...es ...tres.	Écarts maximums, en mètres.			Écarts moyens, en mètres.			Moyenne des écarts en hauteur.	Nombre de coups p. 100 mis dans une cible de 1 mètre de haut.
	En hauteur.	En portée.	En direction.	En hauteur.	En portée.	En direction.		
5,4	0,36	23,5	0,47	0,03	5,4	0,13	0,08	98,6 (1)
3,7	0,70	20,0	1,04	0,17	4,2	0,18	0,19	72,1 (1)
4,0	0,93	32,0	1,85	0,20	6,1	0,41		
9,9	3,20	36,0	3,79	0,73	8,3	0,98		
7,8	5,27	71,9	3,03	1,02	14,0	0,64		
1,3	3,91	56,2	3,37	0,64	9,0	0,84		
3,6	2,84	41,2	3,76	0,76	11,3	0,81	0,81	38,7
6,4	3,11	38,6	5,82	1,66	8,4	1,21		
4,7	5,89	65,3	2,76	1,19	14,1	0,66		
9,0	4,43	54,0	3,69	0,83	10,6	0,67		
0,6	6,66	49,7	3,00	1,61	12,1	1,86	1,63	19,5
1,7	7,00	51,8	3,21	1,65	12,3	2,11		
2,2	3,68	46,6	3,06	0,72	9,1	0,17	»	»
1,7	4,06	50,8	2,76	0,78	10,1	0,55	»	»
6,1	0,46	31,9	0,79	0,14	9,6	0,16	0,14	84,5 (1)
8,7	0,40	12,2	0,81	0,12	3,7	0,27	0,18	75,9 (1)
0,2	1,05	31,6	1,30	0,23	7,4	0,37		
4,9	1,71	26,8	3,91	0,34	5,5	0,87		
4,7	2,75	35,4	3,89	0,52	6,7	0,73		
0,3	2,76	38,8	2,87	0,50	7,1	0,52		
4,3	3,55	50,8	3,76	0,75	11,2	0,58	0,66	48,7
7,1	2,61	32,9	5,59	0,60	7,9	1,03		
5,6	5,93	74,9	3,47	1,20	15,1	0,73		
1,5	3,10	40,0	4,16	0,64	8,4	0,86		
0,6	9,52	72,0	8,20	1,85	13,9	1,82	1,50	22,2
4,9	5,61	45,3	7,25	1,15	9,3	1,47		
1,8	3,00	36,7	3,80	0,64	8,5	0,83	»	»
0,5	3,20	37,2	3,16	0,75	8,9	0,71	»	»
0	1,44	51,6	1,28	0,21	7,6	0,19	»	62,2 (1)
00	4,12	69,6	3,08	0,61	10,3	0,46	»	27,2 (1)
00	14,32	104,8	8,24	2,11	15,5	1,22	»	15,0
00	33,40	140,0	15,56	4,92	20,5	2,28	»	6,5
00	2,40	92,0	2,92	0,35	13,6	0,43	»	42,4 (1)
00	4,80	72,0	6,84	0,70	10,6	1,01	»	42,4 (1)

Digitized by Google

On voit, d'après ce tableau, que le canon n° 2 est supérieur au canon n° 1 au point de vue de la justesse, puisque les nombres qui représentent les pour cent des atteintes dans une cible de 1 mètre de haut sont notablement plus grands pour le canon n° 2, à partir de 1000 mètres.

Cette supériorité s'accuse davantage si l'on compare les résultats obtenus à 2000 mètres : les deux pièces ont tiré en 9 séries plus de 180 coups à cette distance, ce qui permet de se prononcer avec toute certitude : à 2000 mètres, le canon n° 1 ne met que 38,7 p. 100 de ses coups dans un but de 1 mètre de hauteur, tandis que le canon n° 2 en met 48,7 p. 100, c'est-à-dire un quart de plus à peu près.

En outre, à égalité d'angle de tir, le canon n° 2 a une portée un peu supérieure à celle du canon n° 1; la différence est de 63 mètres à 3000 mètres.

Les deux canons en bronze-acier ont du reste une grande justesse ; ils sont bien supérieurs au canon de 15c modèle 1861, dont les écarts moyens en hauteur sont triples environ de ceux des nouvelles pièces, aux mêmes distances; comparés au canon Krupp de 15c en acier, ils ont à peu près autant d'efficacité à 2000 mètres, et beaucoup plus à 1000 mètres, bien que le canon Krupp ait 20 mètres de plus de vitesse initiale.

Sous le rapport de la résistance et de la conservation, les canons de 15c en bronze-acier se sont comportés d'une manière aussi satisfaisante que les canons de campagne modèle 1875. Comme dans ceux-ci, on a constaté des érosions assez fortes et même des dégradations des cloisons, sans que la justesse fût sensiblement diminuée pour cela : dans les deux pièces, la chambre à poudre est restée intacte ; les érosions ne commencent que sur le cône de raccordement avec la chambre du projectile ; elles s'étendent sur tout le pourtour du cône et dans la chambre du projectile ; les plus fortes sont à la partie supérieure et ont une profondeur de 3 millimètres dans le canon n° 1 et de 4 millimètres dans le canon n° 2.

Digitized by Google

Dans ce dernier, les cloisons inférieures de la chambre du projectile sont presque entièrement rasées par places; l'emploi des ceintures n'empêche donc pas, comme on l'avait espéré, la production des érosions. La partie rayée proprement dite est à peu près intacte dans les deux pièces; au cône de raccordement seulement, les arêtes des cloisons sont émoussées.

Les agrandissements de l'âme, presque identiques dans les deux bouches à feu, sont peu importants; pour le canon n° 1, ils atteignent de $0^{mm},13$ à $0^{mm},17$ dans la chambre à poudre et $0^{mm},36$ dans la chambre du projectile; pour le canon n° 2, ils s'élèvent dans la chambre du projectile à $0^{mm},36$ sur les cloisons, et à $0^{mm},64$ au fond des rayures, à cause des érosions. Dans la partie rayée, ils sont insignifiants; ils sont de $0^{mm},22$ dans le voisinage du cône de raccordement, s'abaissent rapidement à $0^{mm},12$ et $0^{mm},10$ et restent constants jusqu'à la bouche.

Ces dégradations sont plus profondes que celles qui se produisent dans les canons de campagne après un même nombre de coups; mais on devait s'y attendre, puisque la diminution de la durée est une conséquence de l'augmentation du calibre; c'est là un fait général que l'on observe avec tous les métaux à canon, aussi bien que pour le bronze-acier.

Du reste, même dans les dernières séries, où l'on a employé des projectiles dont les cordons ou les ceintures avaient un diamètre inférieur de $0^{mm},3$ au diamètre normal, on n'a constaté aucune diminution dans la justesse; on peut donc admettre, sans craindre de nuire à la précision du tir, soit une tolérance de $0^{mm},3$ dans le diamètre des ceintures ou cordons, soit un agrandissement de l'âme de $0^{mm},3$.

En résumé, l'état dans lequel se trouve l'âme des deux pièces à la fin des expériences permet de conclure que les canons de 15c en bronze-acier auront une durée suffisante.

Digitized by Google

Quant au mécanisme de fermeture, il a parfaitement fonctionné pendant toute la durée des essais : une garniture d'obturation, anneau obturateur et plaque d'appui, a supporté un tir de 141 coups dans le canon n° 1 ; une autre garniture a résisté à un tir de 280 coups dans le canon n° 2.

L'ensemble des résultats obtenus dans ces premiers essais permet donc de formuler les conclusions suivantes :

1° Le bronze-acier convient parfaitement à la fabrication des canons de 15c, destinés à tirer à fortes charges.

2° La puissance de pénétration des deux bouches à feu expérimentées est sensiblement la même. La force vive par centimètre de circonférence du projectile est notablement supérieure à celle du canon Krupp de 15c en acier fretté.

3° Au point de vue de la justesse, les deux bouches à feu remplissent les conditions exigées. Le canon n° 2 à pas progressif paraît préférable, sous ce rapport, au canon n° 1 à pas constant ; grâce au tracé intérieur du canon n° 2, le projectile est sans doute mieux centré. Il est vrai que le prix de revient du canon n° 2 est un peu plus élevé que celui du canon n° 1 ; mais cette différence, qu'on peut évaluer à 40 fr., est insignifiante eu égard au prix total d'un canon de 15c, qui est de 9 500 fr. Il n'y a donc pas lieu d'en tenir compte, pas plus que de la différence plus considérable des prix de fabrication des deux sortes de projectiles ; l'augmentation de dépense sera largement compensée par l'économie réalisée dans le temps et dans le nombre des projectiles à employer pour obtenir un résultat déterminé.

[D'après le compte rendu du capitaine Othmar Zawodsky (*Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens*).]

Digitized by Google

DU

TIR DES BATTERIES DE COTE

CONTRE LES VAISSEAUX.

[*Suite*] (1).

III. — DU TIR CONTRE DES BUTS IMMOBILES.

Il arrive rarement que des bâtiments restent immobiles sous le feu de la batterie; ce cas peut néanmoins se présenter, par exemple, pour des bâtiments échoués sur la plage ou bien pour des bâtiments au mouillage à une distance assez grande pour être protégés par leur blindage. Il est à remarquer, dans ce dernier cas, que les bâtiments qui disposent de beaucoup de feux de chasse ou de retraite, tels que les bâtiments casematés et surtout les bâtiments à tourelles, placeront, autant que possible, leur quille dans la ligne de tir, afin de dérober ainsi leurs flancs et de n'offrir aux coups qu'un but de peu de largeur. Cette position des bâtiments n'est, naturellement, possible qu'à la condition d'être favorisée par le flot.

Le tir sera exécuté d'après les principes qui règlent le tir de campagne, c'est-à-dire qu'il n'aura pas lieu par pièces, mais par salves. La hausse de certaines pièces, dont le tir sera constamment trop court ou trop long, pourra être l'objet de corrections ultérieures; on tiendra compte aussi des différences de position des pièces. Le tir d'essai sera plus rapidement terminé que celui de campagne ou de siége, parce qu'il sera facile de reconnaître les coups qui auront frappé le bâtiment. On fera toujours

(1) Voir *Revue d'artillerie*, avril 1878, p. 11.

Digitized by Google

converger sur un même point les feux de plusieurs pièces et même de toutes les pièces quand on aura affaire à un blindage très-résistant, afin de grouper les coups et d'arriver ainsi à une plus prompte destruction du blindage.

Les bons points de mire ne manquent pas sur un vaisseau; le tout est de les distinguer nettement: par exemple le pied de la cheminée, le pied du mât d'artimon, le milieu du bord supérieur de la tour. Les points de mire ne seront naturellement pas compris d'une manière identique par tous les chefs de pièce, surtout sous le feu de l'ennemi; mais on devra tendre vers l'uniformité d'interprétation et faire de ce point l'objet d'exercices en temps de paix.

Le feu commencera du côté opposé au vent, afin que la fumée ne vienne pas empêcher les autres pièces de corriger leur tir.

Il est bon de conserver toujours le même point de mire et de ne pas communiquer aux chefs de pièce le résultat de l'observation de leur tir. Car autrement, dans un but louable sans doute, mais contraire aux bons principes de tir, ils cherchent à corriger la faute en modifiant le pointage.

Après les coups d'essai, il est bon de ne plus tirer que par salves. On double ainsi les effets destructeurs du tir; on lance, dans un temps donné, le plus grand nombre possible de projectiles sur le bâtiment ennemi, parce que les pièces ne se gênent pas entre elles pour leur pointage; enfin, on reste ainsi plus sûrement maître de son feu. L'auteur a remarqué dans la guerre de campagne que, dans un feu un peu vif, malgré la plus grande attention de la part des chefs de section, l'ordre prescrit pour l'exécution du tir ne tardait pas à être perdu. Ce désordre se reproduisait dans chaque combat, au bout de très-peu de temps. La même chose arriverait dans les batteries de côte, où les traverses viennent encore entraver la surveillance. En conséquence, il vaut mieux renoncer le plus

Digitized by Google

tôt possible au feu par pièces, en commençant par une aile, et apporter en même temps ainsi un grand soulagement aux chefs de section.

On étudiera plus loin en détail le tir par salves.

Les chefs de section, qui peuvent au besoin être remplacés par des sous-officiers anciens, sont absolument indispensables dans les batteries de côte. Les écarts en direction les regardent; car eux seuls, et non le commandant de la batterie, peuvent les apprécier. Dans le tir contre les buts mobiles, ils ont encore une autre mission, dont il sera ultérieurement question.

Lorsque des bâtiments offrent leur axe dans la ligne de tir, l'observation des premiers coups décide de la trajectoire moyenne à adopter.

Si les projectiles percent la muraille du bâtiment, on fixe le point moyen au milieu de la hauteur visible du blindage. S'ils ricochent, au contraire, sur l'avant sans l'entamer, il est bon de relever le point moyen : pour les casemates d'avant, à hauteur des sabords; pour les bâtiments à tourelles, au pied de la tour ou dans la cuirasse.

Le pont et les objets qui s'y trouvent sont, de la sorte, plus souvent atteints par les feux.

Le feu le plus efficace contre des bâtiments immobiles est le feu des mortiers; les bâtiments seront toujours obligés à une prompte retraite par l'action de ces feux.

IV. — DU TIR CONTRE DES BATIMENTS EN MOUVEMENT.

Dans l'étude du tir contre des buts en mouvement, on distingue plusieurs cas d'après le sens du mouvement par rapport à la ligne de tir. C'est ainsi que l'on parle de mouvements directs ou rétrogrades suivant la ligne de tir, de mouvements perpendiculaires ou obliques par rapport à cette ligne.

Pour éviter des redites, et sans entrer dans ces distinctions, nous ne nous préoccuperons que du pointage en direction et du pointage en hauteur.

Digitized by Google

Du pointage en direction. — Nous trouvons, dans le règlement, deux procédés donnés par l'artillerie de marine qui nous permettent de tenir compte du déplacement latéral du but pendant la durée du trajet du projectile.

Le premier procédé, qui consiste dans l'observation du temps que met le bâtiment à passer devant la ligne de mire, sera toujours bon à appliquer lorsqu'il sera indifférent d'atteindre tel point plutôt que tel autre, dans la longueur du bâtiment. Ce cas est celui de tous les bâtiments non blindés, et aussi celui des bâtiments blindés à batteries continues. Ces derniers sont, en général, faiblement blindés; le blindage y a partout la même hauteur, l'artillerie y est distribuée sur toute la longueur du flanc. La plupart des blindages de ces bâtiments sont percés, à plus de 2000 mètres de distance, par les canons frettés de 21 centimètres; aussi est-il bien rarement nécessaire de tenir compte de variations, même très-grandes, dans leur vitesse.

Ces grands vaisseaux, animés de leur vitesse maximum, sont atteints à plus de 3,000 mètres de distance, lorsqu'ils se déplacent perpendiculairement à la ligne de tir, à la condition qu'on vise à la proue.

Si l'on veut atteindre un point déterminé, le milieu du flanc par exemple, il est bon de n'utiliser la dérive que s'il est impossible de trouver sur le pont un point de mire convenable. On évite ainsi les changements dans les dérives lorsque le bâtiment vient à faire une évolution. Dans les bâtiments à batteries continues, qui sont tous munis d'une mâture, les points de mire convenables ne font pas défaut.

Le deuxième procédé, qui consiste dans l'observation de l'angle de déplacement du but pendant la durée du trajet du projectile, angle dont la valeur donne lieu à une correction correspondante de la dérive, permet d'atteindre le point qui est l'objectif du tir.

Ce procédé a l'inconvénient de donner lieu à des cor-

Digitized by Google

rections en sens contraire, suivant le mouvement du navire, circonstance qui peut devenir une cause d'erreur dans le pointage. On doit y avoir recours lorsque le but a peu de largeur, par exemple dans les bâtiments casematés et surtout dans les bâtiments à tourelles qu'il s'agit d'atteindre dans la largeur des casemates ou des tours.

Dans ce cas, le premier procédé ne serait applicable qu'avec une correction de la dérive, ce qui serait du reste incommode; car, du moment qu'on tient compte du déplacement latéral du but, il est plus simple de rapporter ce déplacement au but à battre qu'à un point de mire artificiel.

Dans l'application du deuxième procédé, on devra prendre, comme point de mire, le milieu de la tourelle ou des casemates.

La réussite dépend alors non-seulement de la précision apportée dans la mise en pratique, mais aussi de l'exactitude dans l'appréciation de la durée du trajet, c'est-à-dire de la distance du but. Elle dépend encore de la probabilité que l'on a de ne pas manquer un but immobile en se servant des dérives inscrites dans les tables. Or, les auteurs de ces tables déclarent eux-mêmes, dans le troisième paragraphe de la préface, que les dérives qui y sont portées n'ont que la valeur d'une indication approximative. La justesse de cet aveu se manifeste dans tous les genres de tirs, mais, dans aucun, avec plus d'évidence que dans le tir de côte. Il arrive souvent que, par un vent violent, on soit obligé de doubler et même de tripler la dérive primitive, soit à droite, soit à gauche.

Il résulte de là que ce procédé ne réussira pas en général. Il donnera néanmoins un point de départ pour le pointage en direction de la première pièce.

Aussi, pour trouver la dérive à adopter on est amené, dans la pratique, à observer les écarts latéraux. Cette observation est très-facile pour les coups trop courts et pour ceux qui atteignent le bâtiment. Pour les coups

Digitized by Google

trop longs, les points de chute seront signalés par la projection de l'eau.

Que les coups soient trop courts ou qu'ils soient trop longs, il faut s'habituer à ne pas faire l'estimation de la distance latérale du point visé au point de chute dans l'eau ; ce serait là en effet une cause d'inexactitude. Pendant qu'on cherche à apprécier cette distance, celle-ci varie sans cesse, et l'on n'a pas la ressource de vérifier l'exactitude de la première estimation.

Il vaut beaucoup mieux relever sur le bâtiment lui-même le point qui aurait été atteint, si le coup avait été à bonne hauteur, et estimer la distance de ce point de repère au point de mire.

Le réglage du tir en direction est l'affaire des chefs de section ; car eux seuls, et non point le commandant de la batterie, peuvent apprécier les écarts latéraux.

En présence de la petitesse des écarts latéraux de nos canons et de la largeur relativement considérable des buts (le but le plus étroit serait les tours du bâtiment hollandais *Prinz Hendrick,* qui ont $7^{m},25$ de largeur), on peut considérer le pointage en direction comme assez facile à résoudre.

Du pointage en hauteur. — Dans le tir contre des buts mobiles, malgré la grande précision de nos pièces, nous n'avons pas fait de grands progrès. L'ancienne artillerie était même dans des conditions plus favorables, en ce sens que les projectiles, dans le tir roulant, rasaient le sol sur une très-grande longueur. Aujourd'hui, si le premier point de chute ne se trouve pas au but, le coup est perdu ; les obus, même en fonte durcie, qui frappent le but en ricochant, sont peu efficaces contre les blindages.

Les principes du tir contre un but fixe, savoir : l'observation du nombre des coups qui n'atteignent pas ce but, et, d'après ce nombre, la détermination du point moyen à battre, s'appliquent, mais non sans restriction, au tir contre un but en mouvement. La condition à remplir

Digitized by Google

pour le tir contre un but immobile est de lancer un certain nombre de projectiles dans des circonstances identiques. Cette condition n'est réalisée, dans le cas de buts mobiles, que par un tir par salves; car dans un tir par pièces, les conditions changent à chaque instant par suite du mouvement du but.

Puisque, dans le tir contre un but mobile, la distance est variable, il est nécessaire d'avoir un instrument susceptible d'évaluer cette distance rapidement et avec précision.

Naturellement on ne peut demander à un pareil instrument que de donner, à chaque instant, une évaluation aussi précise que possible de la distance du but. La hausse déduite de cette mesure est toujours à corriger, car elle est sujette à de grands écarts par suite des influences atmosphériques et des mouvements du but pendant la durée du trajet des projectiles.

1. — Du tir avec l'aide d'un instrument donnant la distance avec précision.

Pour corriger la hausse déduite des données de l'instrument télémétrique, nous proposons le procédé suivant :

Les pièces prennent la hausse avec laquelle on veut ouvrir le feu et suivent le but jusqu'à ce que le télémètre indique qu'il est arrivé à la distance voulue.

Aussitôt que ce résultat est constaté, la première pièce fait feu. Si l'obus ne touche pas (on peut toujours distinguer les coups heureux; dans le cas d'un tir contre une cible mobile, ces coups seront indiqués par un signal), on tirera le deuxième coup avec une hausse de 100 mètres plus forte ou plus faible que la nouvelle distance indiquée par le télémètre.

Dans le cas où le nouveau point de chute est, par rapport au but, du côté opposé au premier (s'il n'en est pas ainsi, la différence de la hausse et de la distance mesurée doit, encore une fois, être augmentée ou diminuée, sui-

Digitized by Google

vant le cas, de 100 mètres), le troisième coup est tiré avec une hausse ne différant que de 50 mètres de la distance mesurée. Le tir d'essai est alors terminé.

Bien entendu, l'expérience doit décider si cette différence de 100 mètres est appropriée à tous les cas. La valeur de cette variation dépend de la vitesse et de la direction du bâtiment. Le chiffre de 100 mètres ne doit donc être considéré que comme un chiffre provisoire.

C'est alors que commence le tir par groupe. On conduit ce tir de manière à réduire de moitié la correction de 50 mètres, et une salve de 4 pièces est tirée à cette distance. Le tir est réglé si la moitié des coups sont courts. Ce résultat ne sera pas toujours exactement obtenu. Mais il ressort de l'annexe 2 que, jusqu'à une distance d'environ 3000 mètres, on peut compter que 50 p. 100 au moins atteindront le but lorsque sa hauteur ne sera pas inférieure à 3 mètres, hauteur minima des buts dans la réalité. Si la première salve n'est pas bonne, on en tirera une deuxième avec une augmentation ou une diminution de 25 mètres dans la différence entre la hausse et la distance mesurée.

Aussitôt que la différence définitive aura été adoptée, on ne tirera plus que des salves par batterie.

Comme on peut observer les salves, soit de la batterie même, soit du flanc de la batterie, on peut toujours transmettre verbalement les corrections à apporter à cette différence.

On observera peut-être, dans le courant du tir, que les salves commencent à devenir, soit trop courtes, soit trop longues, par suite de variations notables dans la distance ou de changements dans la marche du navire; on examinera, dans ce cas, s'il y a lieu d'apporter une correction de 25 mètres (1/16e).

Le tableau suivant permet d'embrasser d'un coup d'œil le procédé indiqué ci-dessus.

Digitized by Google

Tir d'une batterie de 8 canons frettés de 21c longs sur un bâtiment à tourelle qui s'avance obliquement vers elle.

Point de mire : le milieu de la tour.

NUMÉROS des coups.	D DISTANCE télémétrique.	H — D	H HAUSSE.	OBSERVATIONS des coups.	REMARQUES.
	mètres.	mètres.	mètres.		
1	2 300	0	2 300	+	1 à 4, coups d'essai servant en même temps aux chefs de section à corriger la dérive.
2	2 200	— 100	2 100	+	
3	2 100	— 200	1 900	—	
4	2 050	— 150	1 900	+	
5, 6, 7, 8	1 975	— 175	1 800	—	Salves par groupes. Les coups, en moyenne, sont courts.
9, 10, 11, 12	1 850	— 150	1 700	Bons	
13-20	1 750	Id.	1 600	Bons	Salves par batterie. Les coups, en moyenne, sont longs.
21-28	1 650	Id.	1 500	Bons	
29-36	1 550	Id.	1 400	Bons	
37-44	1 450	Id.	1 300	+	
45-52	1 350	Id.	1 200	+	
53-60	1 275	— 175	1 100	Bons	

Le 1er coup montre que l'on tire trop loin, par suite des circonstances extérieures (influences atmosphériques, mouvement du but). C'est pourquoi le 2e coup est tiré avec une hausse inférieure de 100 mètres à la distance mesurée.

Le 2e coup prouve que la différence — 100 est trop faible. C'est pourquoi le 3e coup est tiré avec une différence de — 200 mètres.

De l'observation du 3e coup, il résulte que la différence de — 200 mètres est un peu grande. La différence entre la distance mesurée et la hausse vraie se trouve ainsi limitée entre — 100 et — 200. On prend alors la moyenne et l'on tire avec une différence de — 150.

Le 4e coup fait voir que — 150 est trop grand. On corrige en conséquence la hausse de la moyenne entre — 150 et — 200, c'est-à-dire de — 175. Si le 4e coup avait été court, on aurait pris la moyenne entre — 150 et — 100.

Digitized by Google

Les coups de 5 à 8 tirés par groupe prouvent que — 175 est trop grand; on revient à la différence — 150.

Le résultat des coups de 9 à 12 tirés par groupe est favorable à la différence — 150. On la conserve pour les salves par batterie. La salve 37-44 indique un allongement dans le tir, avec la différence — 150. La salve 45-52 vient confirmer cette observation. Les coups en moyenne sont trop longs. Les conditions du tir ont changé. Cette certitude acquise, on augmente de 25 mètres la différence et l'on tire la salve suivante avec la différence — 175. La salve 52-60 fait voir que la différence — 175 convient à présent.

1re *Remarque.* — Il sera utile, dans le tir, de se conformer au modèle ci-dessus; il n'est pas besoin pour cela d'une grande application intellectuelle. Aussitôt que la différence à donner est enfermée entre deux valeurs limitées, il n'y a plus qu'à prendre des moyennes successives.

2e *Remarque.* — Les dérives sont corrigées par les chefs de section.

3e *Remarque.* — Bien qu'après une seule salve par groupe il y ait des corrections à faire, l'expérience doit nous apprendre s'il est utile de tirer deux salves de batterie avant de faire les corrections jugées nécessaires.

4e *Remarque.* — En réalité, on pourra rarement tirer aussi vite que nous l'avons admis ci-dessus. Nous n'avons eu pour but que de faire bien connaître la méthode employée.

Il serait très-désirable, pour l'application de ce procédé, de posséder un instrument télémétrique indiquant d'une manière précise le moment où le bâtiment se trouve à la distance fixée pour l'ouverture du feu.

Les instruments employés jusqu'à ce jour, au moyen desquels un des angles à la base est communiqué à la station principale, ne satisfont pas à cette condition d'une façon tout à fait complète. On peut suppléer à leur imperfection en multipliant d'autant plus les mesures, que le

Digitized by Google

bâtiment se rapproche davantage de la distance à laquelle on veut ouvrir le feu.

Il sera question ultérieurement de la mesure des distances. Il y a peu de chose à dire au sujet des principes du procédé. Les dénominations usitées dans le tir contre des buts immobiles dans la guerre de campagne et dans la guerre de siége ont été, autant que possible, conservées dans ce tir, même quand les conditions sont différentes, par exemple dans le tir d'essai.

En principe, on donne la hausse sans attendre que la distance à laquelle on doit ouvrir le feu soit appréciée avec l'instrument.

Si, après cette mesure, on modifie la hausse, les servants mettent trop souvent de la précipitation dans ce nouveau pointage, sans compter que le résultat de la mesure ne convient plus à l'instant du tir. Cette dernière circonstance serait sans inconvénient s'il s'écoulait toujours le même temps entre la mesure et le feu. Or, cette égalité d'intervalle ne saurait être obtenue dans les exercices du temps de paix, et bien moins encore sous le feu de l'ennemi.

Lorsque, dans le tir d'essai, un coup touche le but, il va sans dire que l'on doit exécuter des feux par groupes avec la dernière différence.

Au lieu du feu par groupes, on pourrait exécuter le tir par pièces successives; mais chaque coup exigerait une mesure, et, par suite, autant de temps qu'une salve par groupe. Le tir du premier groupe pourra souvent n'être pas satisfaisant; il faudra donc faire exécuter le tir par un deuxième groupe, tir qui aussi durera autant que quatre salves.

Dans le système des salves par groupe, le tir d'essai durera donc quatre fois moins de temps que dans le tir par pièces, avantage d'une valeur capitale, particulièrement dans la guerre des côtes.

Ajoutez à cela que le tir d'essai donnera des résultats

Digitized by Google

plus précis, s'il est exécuté au moyen de salves par groupe, que s'il l'est par pièces isolées. Dans ce dernier cas, en effet, les coups d'un même groupe ne seraient pas tirés tous dans des conditions identiques, circonstance toujours préjudiciable à la précision, puisque le bâtiment se serait déplacé d'un coup à l'autre. Il suit, de là, que tous les avantages appartiennent aux salves par groupe.

En guerre, on reconnaît toujours avec certitude une bonne salve.

Dans les exercices du temps de paix, les coups qui touchent doivent être signalés; on se place ainsi dans des conditions identiques à celles de la guerre.

Pour le tir, il nous reste encore à faire les remarques suivantes :

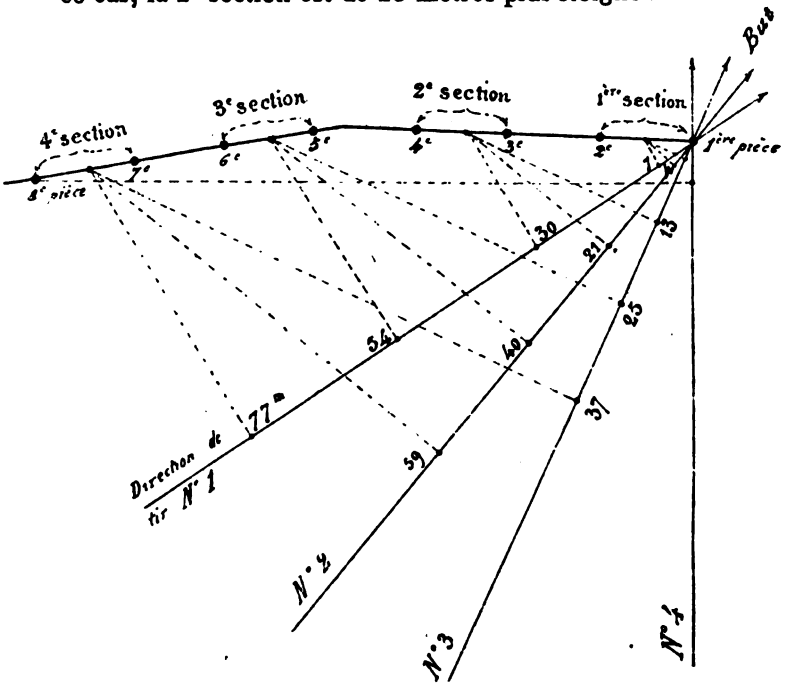
On a admis jusqu'à présent que toutes les pièces d'une même batterie étaient placées à la même distance du but. Cette hypothèse, bien souvent, n'est pas réalisée, ainsi qu'il résulte des considérations suivantes : en général, la ligne de feu est parallèle à la passe qui doit être défendue. Si le feu doit être ouvert sur l'ennemi, lorsqu'il est encore éloigné de la passe, les pièces sont dirigées le plus obliquement possible et toutes se trouvent ainsi à des distances différentes du but.

Les différences entre ces diverses distances seront d'autant plus grandes que l'angle formé par la ligne de tir avec la capitale de l'ouvrage se rapprochera davantage d'un angle droit et que le développement du front de la batterie sera plus considérable. On devra tenir compte de ces différences de distances. Il est convenable de considérer toujours deux pièces, c'est-à-dire une section comme un élément; puis de tenir compte des différences de distances quand elles atteignent une valeur de 25 mètres qui correspond à $0^{\circ}\ {}^{1}/_{16}$, en ayant soin d'arrondir les chiffres.

Il suffit d'apprécier à l'avance ces différences de distances pour la plus grande obliquité et pour une ou deux obliquités intermédiaires dans les deux sens.

Digitized by Google

Dans la direction n° 1 du croquis ci-dessous, les pièces tirent le plus obliquement possible vers la droite. Dans ce cas, la 2e section est de 23 mètres plus éloignée du but



que la 1re; la 3e, de 47 mètres; la 4e, de 70 mètres. Les directions 2 et 3 donnent les différences de distances pour des inclinaisons du tir d'une obliquité moyenne vers la droite.

Le calcul de ces différences de distances est du ressort des chefs de section. Ils devront apprécier quelle est celle de ces corrections qu'il y a lieu d'appliquer. Pour faciliter cette appréciation, on pourrait, au besoin, placer deux repères, relatifs aux corrections moyennes, sur la voie circulaire du châssis. Chaque section, dans le cas du maximum d'obliquité, à 3000 mètres par exemple, adopterait une hausse différente, savoir : la 1re section, la hausse de 3000 mètres; la 2e section, celle de 3 023 mètres; la 3e, celle de 3 047 mètres; la 4e, celle de 3 070 mètres. Ces différences de distances sont à calculer pour chaque batterie.

Digitized by Google

Tel est, dans ses détails, le procédé à appliquer à ce genre de tir.

Le commandant de la batterie donne la distance. Les chefs de section indiquent la hausse, en tenant compte de la position relative de la section. Toutes les pièces suivent le but, prêtes à tirer à chaque moment.

Le tir est exécuté au commandement ou bien au signal du commandant de la batterie.

Lors du tir d'essai, le chef de la section dont une pièce a fait feu, indique à haute voix dans la batterie l'écart en direction qu'il a observé. Toutes les pièces corrigent alors leur dérive, jusqu'à ce que la direction soit bonne. La dérive qui résulte de ces corrections est communiquée immédiatement au commandant de la batterie, qui en prescrit l'adoption à toutes les pièces.

Pour le tir des salves par groupes, on désignera, quand il sera possible, deux sections complètes. Ce tir ne devra jamais être exécuté par moins de quatre pièces, ni par un nombre beaucoup plus grand, sinon le groupement des coups, soit en avant, soit au delà du but, serait trop difficile à observer.

Tout auprès du commandant de la batterie se tient l'officier chargé de la mesure des distances; ces mesures sont prises sans discontinuité. Le commandant règle sur elles ses prescriptions et ses commandements.

Le procédé exposé ci-dessus s'applique, sans modification, aux shrapnels. On commencera toujours par lancer quelques obus et l'on pourra considérer le tir comme réglé lorsque le point d'éclatement des shrapnels se trouvera en avant du but. L'observation des hauteurs d'éclatement est essentielle, surtout aux grandes distances.

Dans une batterie, il n'y aura jamais qu'une ou deux pièces qui lanceront des shrapnels. Il sera bon de tirer les premiers coups pendant la charge des autres pièces, afin qu'on puisse observer les résultats.

Dès que les résultats seront satisfaisants, le plus simple

Digitized by Google

sera de faire concorder le tir des shrapnels avec celui des salves.

L'emploi des mortiers contre des buts mobiles serait très-avantageux, mais il présente des difficultés insurmontables.

D'abord, il est très-difficile de tenir compte de la grande durée du trajet des projectiles; puis, le pointage indirect, employé pour les mortiers, n'est pas applicable dans le cas d'un but mobile.

C'est tout au plus si l'on peut espérer un résultat satisfaisant lorsque le but se meut dans la direction du tir; car on n'a, alors, qu'à se préoccuper du pointage en hauteur.

Les mortiers seront surtout efficaces dans le tir contre des bâtiments, soit échoués sur la plage, soit au mouillage à des distances assez grandes pour que leur blindage les garantisse des coups latéraux.

2. — Du tir sans le secours d'un instrument propre à mesurer les distances.

Il nous reste encore à examiner le cas où l'on devra tirer sans le secours d'un instrument propre à mesurer les distances.

Dans ce cas, il ne saurait être question d'utiliser la précision des pièces; il faut, au contraire, se contenter de quelques coups heureux et employer le procédé qui donne le plus de chances d'en obtenir.

Occupons-nous d'abord de la recherche d'un procédé dépourvu de tout moyen accessoire d'appréciation de la distance, autre que la simple estimation à vue.

On appliquera, autant que possible, les systèmes en usage contre des buts immobiles.

Comme la position du but, placé à une distance inconnue, varie à chaque instant d'une quantité également inconnue, les limites de distance de tir entre lesquelles on enferme le but ne peuvent servir que peu de temps; puis, le tir par groupes n'est pas possible, comme dans le

Digitized by Google

cas de buts immobiles. Par contre, on peut déterminer le moment où le but pénètre dans la zone d'écart probable en portée correspondant à l'une des limites.

Cette détermination a son analogue dans le tir par groupes contre un but immobile, à cette différence près que, dans le cas présent, le but se rapproche du centre de groupement, tandis que, dans le tir contre un but immobile, le centre de groupement se rapproche du but.

Notre problème comprend donc trois points :

a. — Fixation des distances de tir comprenant le but.

b. — Détermination du moment d'entrée du bâtiment dans la zone d'écart probable correspondant à l'une des limites : tir par groupe.

c. — Meilleur emploi possible du temps pendant lequel le bâtiment passe dans cette zone.

a. — La quantité dont on augmente ou dont on diminue la portée dans le tir d'épreuve, doit être choisie de telle façon que, d'une part, les limites soient obtenues avec le plus petit nombre de coups possible; mais que, d'autre part, le bâtiment passe au plus tôt auprès du centre de groupement des coups.

Cette quantité est donc fonction de la vitesse avec laquelle varie la distance, et de la distance elle-même, dont dépendent la durée du trajet et le temps nécessaire à l'observation des coups.

La distance d'un bâtiment qui marche suivant la ligne de tir, avec une vitesse de 10 nœuds, varie de 300 mètres par minute. La durée du trajet des projectiles pour 3000 mètres est de 8 à 9 secondes dans les canons frettés de 21^{c} longs; une correction ordonnée est effectuée sûrement en 10 à 15 secondes, surtout avec l'œilleton à réticule et le cercle gradué. Depuis le tir de la première pièce jusqu'à celui de la deuxième, il se passe donc $9 + 15 = 24$ secondes, pendant lesquelles la distance du bâtiment a varié de 120 mètres. Si l'on y ajoute 10 secondes pour la durée de l'observation du deuxième coup, nous aurons un

Digitized by Google

total de 34 secondes, pendant lesquelles le bâtiment aura parcouru 175 mètres.

Pour tenir compte du trouble de la batterie, on prendra un intervalle de 200 mètres entre les limites adoptées dans le tir d'essai, ce qui sera suffisant dans les cas les plus défavorables.

Cet intervalle de 200 mètres sera bon à conserver, même si la distance du but variait moins vite; seulement, dans ce cas, il y aura lieu de resserrer les limites par des subdivisions successives.

b. — On tirera lentement sur la limite dont s'approche le bâtiment, jusqu'à ce qu'il ait été atteint par un obus, ou qu'il ait dépassé cette limite.

Dans ce cas, il y a deux observations à faire. Il peut arriver que le coup qui a servi à fixer la limite dont s'approche le bâtiment, soit trop court ou trop long d'une si petite quantité qu'en continuant le tir avec la hausse correspondant à cette limite on obtienne des points de chute qui ne soient plus vers la proue, mais vers la poupe du navire. Il sera bon alors de tirer immédiatement une salve de groupe à la distance moyenne entre les deux limites. Il en résulte qu'il est avantageux que le point de chute du premier coup d'essai se trouve vers l'arrière du navire, parce qu'on pourra immédiatement tirer des salves de groupe sur la limite du côté de l'avant.

Néanmoins, on aurait tort de chercher à amener volontairement le point de chute du premier coup d'essai du côté de la poupe. On sacrifierait ainsi, très-souvent, un coup dont la perte est toujours fâcheuse, comme le montreront des considérations ultérieures.

Le deuxième cas à examiner est celui d'un bâtiment dont la distance varie très-lentement. C'est aux officiers chargés de la direction du tir à reconnaître cette circonstance; ce sera chose facile, surtout aux embouchures des fleuves. Dans ce cas, on devra éviter de faire tirer des salves sur la limite dont s'approche la proue avant que le

Digitized by Google

bâtiment ne se trouve dans la zone des atteintes probables, relative à cette limite ; il faudra resserrer les limites d'après les besoins.

c. — Aussitôt qu'on reconnaît que le bâtiment est dans la zone des atteintes probables, par le fait qu'un projectile a touché ou bien est allé tomber du côté de l'arrière, on fait exécuter une salve par toutes les autres pièces qui sont encore chargées et qui n'ont pas cessé de suivre le but.

L'expérience seule peut décider s'il n'y a lieu de ne tirer une salve qu'à la suite d'un coup d'essai qui aura touché, et si, dans le cas d'un coup qui sera tombé vers l'arrière, on doit considérer comme passé le moment opportun du tir de cette salve.

Après la salve, on modifiera la distance de manière à avoir les nouvelles limites et l'on recommencera le tir par groupes.

La pratique du tir, lorsqu'on a une connaissance approximative des distances, fournie soit par un instrument inexact, soit par un système quelconque de repères, diffère peu de ce qui vient d'être dit. On renoncera à tirer sur la limite vers la poupe et l'on exécutera immédiatement le tir par groupes sur la limite dont se rapproche la proue. Grâce à cette connaissance approchée de la distance, on devra tâcher de déterminer les limites au moyen de deux coups seulement.

Il est inutile de faire observer qu'on devra chercher à avoir le plus de pièces possible pour la salve; car plus il y aura de pièces prenant part à cette salve, plus on aura de chances de toucher. Les pièces qui ont tiré les coups d'essai ne pourront sans doute jamais y prendre part; généralement, elles ne seront pas rechargées et presque jamais elles ne pourront pointer tant que la fumée des pièces, sous le vent desquelles elles sont placées, ne sera pas dissipée.

En général la salve ne sera tirée que par les pièces

Digitized by Google

de la batterie qui n'auront pris part ni au tir d'essai, ni au tir par groupes; c'est-à-dire qu'elle ne sera exécutée que par un nombre très-restreint de bouches à feu. Il suit de là qu'il y a un intérêt capital à économiser ses coups.

L'imperfection du tir, sans moyen précis d'appréciation des distances, est manifeste.

Elle résulte, en résumé, de ce que dans le tir de la salve, il n'est tenu aucun compte des variations de la distance du but pendant le trajet du projectile; puis, le coup, à la suite duquel la salve est tirée, peut être tombé près des limites extrêmes de l'écart probable en longueur; enfin, il ne reste pour produire un effet sérieux qu'une trop faible portion des bouches à feu. La majeure partie des pièces ont fait feu dans le tir d'essai et dans le tir par groupes; elles ont pu produire des effets utiles, mais on n'y doit pas compter. Malgré ces imperfections, nous ne devons pas négliger ce genre de tir, car il ne serait pas prudent de nous mettre complétement à la merci d'un télémètre qu'un accident, un éclat d'obus par exemple, peut brusquement nous enlever.

Le procédé que nous venons de décrire a été mis en pratique et a donné des résultats satisfaisants pendant les exercices de tir à la mer exécutés en 1877.

V. — LA MESURE DES DISTANCES.

De ce qui a été dit dans le chapitre précédent, il résulte qu'un instrument propre à mesurer les distances est aussi nécessaire pour une batterie de côte que le sont les munitions ou le coin de fermeture de la culasse; car c'est avec son concours seul qu'il est possible de tirer bon parti de la précision et de la puissance des bouches à feu.

Cette manière de voir, relativement à la valeur d'un bon instrument de mesure des distances, est loin d'être aujourd'hui celle de la majorité des artilleurs. On entend

Digitized by Google

même émettre l'opinion qu'un pareil instrument ne serait pas utile si les officiers savaient tirer.

L'opinion la plus modérée est qu'un télémètre a une certaine utilité, mais qu'un seul instrument est suffisant pour plusieurs batteries.

Il n'y a pas lieu de combattre l'opinion extrême, consistant à nier absolument l'utilité de cet instrument. Nous discuterons seulement l'avis de ceux qui prétendent qu'un télémètre peut suffire à plusieurs batteries. Nous dirons d'abord quelques mots sur ces instruments eux-mêmes.

L'idéal d'un télémètre à l'usage des batteries de côte est un instrument qui donnerait continuellement la distance sans l'emploi d'aucune table et qui pourrait être manié par un seul observateur. Il n'y a pas lieu d'entrer ici dans des détails de construction. Remarquons seulement qu'il est extrêmement désirable que la mesure de la distance puisse être exécutée par un seul observateur. Les mesures seront ainsi plus comparables entre elles et, d'un autre côté, les malentendus relatifs au point à viser deviennent presque absolument impossibles. Ce dernier fait, qui se remarque dans les exercices du temps de paix, est une fréquente source d'erreurs en guerre. Lorsque l'ennemi se présente avec plusieurs bâtiments de même espèce ou même seulement d'aspect semblable (il en agira ainsi s'il comprend bien son intérêt), il devient très-difficile et souvent presque impossible, malgré le secours d'un appareil acoustique, de faire comprendre clairement à l'observateur placé à l'autre extrémité de la base d'opération, quel est le bâtiment qui doit être visé. Les indications de premier ou de dernier bâtiment sont illusoires; car le premier bâtiment, pour l'observateur placé à la station principale, peut fort bien n'être pas le même que le premier bâtiment vu de la station auxiliaire.

Ajoutez à cela l'émotion et le bruit du combat, les nuages de fumée qui viennent s'accumuler devant une

Digitized by Google

des stations et masquer ses vues ; et il est difficile d'admettre que des mesures prises par deux observateurs placés aux deux extrémités d'une longue base puissent donner des résultats satisfaisants.

Tous ces inconvénients disparaissent, au contraire, s'il n'y a qu'un seul opérateur. Il se trouvera naturellement dans la batterie tout auprès du commandant. On ne mesurera pas la distance des bâtiments enveloppés dans des nuages de fumée, mais on n'en fera pas non plus l'objectif de son tir. Les notions de bâtiment visible ou invisible, de premier, de second, etc., vaisseau, sont alors identiques pour l'observateur et pour tout le personnel de la batterie.

Lorsque l'on cherchera un instrument qui ne demande qu'un opérateur, on le trouvera sans aucun doute. Des propositions nettement formulées dans cet ordre d'idées, sortiraient du cadre de ce travail ; néanmoins, remarquons que le plus simple serait de prendre, pour point de départ dans la construction de cet instrument, la mesure de l'angle formé par la ligne de visée avec sa projection horizontale, la base étant la hauteur de la batterie au-dessus de la surface de la mer.

Examinons à présent l'emploi pratique d'un seul télémètre pour plusieurs batteries, sans nous préoccuper du fonctionnement de l'instrument.

Si l'on veut qu'une seule mesure serve à plusieurs batteries, il est indispensable que l'on communique à ces dernières la position du but. A cet effet, on subdivise la passe au moyen d'un quadrillage, et le carré dans lequel se trouve le bâtiment au moment de la mesure, est indiqué à toutes les batteries le plus rapidement possible, au moyen du télégraphe, par exemple. Comme, dans tous les cas, le champ de tir a une étendue de près d'un mille carré, le côté des petits carrés ne devra pas avoir moins de 25 mètres pour que leur désignation ne devienne pas trop compliquée.

La position du bâtiment au moment de la mesure, dans

Digitized by Google

le carré D 7 par exemple, sera donc télégraphiée à toutes les batteries. Chaque batterie est pourvue d'un tableau ou d'un plan sur lequel pourra être mesurée la distance de chaque carré.

Représentons-nous le temps nécessaire pour mesurer la distance, pour faire connaître par le télégraphe le carré où se trouve le bâtiment, pour déterminer la distance dans les batteries, pour donner la hausse et pointer, et nous verrons avec évidence que le but, au premier coup, sera à une distance très-différente de celle donnée par l'instrument. Cette manière d'opérer n'est donc pas admissible. Il y a un autre procédé qui paraît préférable. Lorsqu'on aura effectué un certain nombre de mesures, on pourra déterminer sur la carte la direction approximative suivie par le bâtiment. Alors on commandera, pour un bâtiment qui se rapproche, une distance plus faible; pour un bâtiment qui s'éloigne, une distance plus grande que celle qui résulte de la mesure, et l'on donnera l'ordre d'ouvrir un feu très-lent sur la limite du côté de l'avant du bâtiment (voir chapitre IV, page 255).

Mais même en se plaçant dans les conditions les plus favorables, les pièces seraient ainsi mal utilisées. En outre, il faut songer que les batteries seront attaquées non pas par un seul bâtiment mais par plusieurs.

Fera-t-on alors converger le feu de toutes les batteries sur un seul bâtiment en se bornant à n'inquiéter les autres que par quelques coups isolés? ou bien divisera-t-on le feu des batteries en groupant, par bâtiment, les feux d'une ou de deux d'entre elles ?

Quels que soient la puissance et le nombre des pièces, si on ne possède qu'un télémètre, on ne peut songer à partager les feux, ne fût-ce qu'entre deux bâtiments. On est, en conséquence, obligé de ne prendre qu'un seul bâtiment pour objectif. Le bâtiment qui sera le point de mire de toutes les pièces souffrira beaucoup dans l'hypothèse la plus favorable au tir; mais, par contre, les autres

Digitized by Google

n'auront rien à souffrir et pourront même jeter l'ancre et tirer en toute sécurité.

Il n'est certes pas admissible qu'on répartisse 30 bouches à feu de gros calibre entre 4 ou 5 batteries pour en faire un pareil emploi; le succès serait même très-problématique. L'impossibilité absolue, avec un seul télémètre, de diviser les feux, par exemple, d'opposer les batteries A et B au bâtiment X, les batteries C et D au bâtiment P, est de toute évidence. La lutte n'aurait pas duré dix minutes, que déjà la confusion serait complète. De plus, les batteries, bien souvent, perdraient le but de vue, soit à cause de la fumée, soit parce que d'autres vaisseaux viendraient s'interposer entre elles et le bâtiment sur lequel elles doivent concentrer leurs feux.

La subdivision de la passe en carrés, à l'usage de plusieurs batteries, ne répond donc, en aucun point, aux besoins du tir. Chaque batterie doit donc absolument être pourvue d'un télémètre, si l'on veut qu'elle produise tous les effets que son armement permet d'en attendre. La question d'économie ne saurait entrer en ligne de compte lorsqu'il s'agit d'un instrument qui assure l'utilisation des pièces. Mieux vaudrait faire taire une pièce par batterie et acheter un bon télémètre avec une partie de la somme économisée ainsi : l'efficacité de la batterie aurait tout à y gagner.

Il ne nous reste plus qu'une question à examiner : c'est celle du tir indirect contre des bâtiments en mouvement. On prétend le rendre possible au moyen d'une subdivision préalable de la passe en carrés et d'un dispositif particulier adapté aux pièces.

Examinons de plus près cette prétendue possibilité.

A l'aide de tableaux, on peut certainement diriger indirectement les pièces sur chaque point, c'est-à-dire sur chaque carré du champ de tir, quoique le pointage en portée et en direction doive, sous des influences atmosphériques, être soumis à certaines corrections, circonstance

Digitized by Google

qui complique le problème. Admettons néanmoins que, par un procédé quelconque, pour fixer les idées par un tir d'essai préalable sur une bouée amarrée à une distance connue, nous ayons pu calculer la grandeur de ces corrections et que nous soyons certains d'atteindre le carré qui est le but de notre tir.

Si nous ne pointons les pièces qu'après la mesure de la distance, il est clair que nous arriverons trop tard. Nous attendrons donc plutôt qu'on ait fait plusieurs mesures de distances, et nous pointerons les pièces sur un carré dans lequel le bâtiment devra passer ultérieurement.

Ce n'est pas là chose facile ; admettons cependant que nous ayons réussi. Quand devrons-nous faire feu? Est-ce lorsque la distance du carré, qui est notre but, aura été mesurée ?

Le bâtiment continue sa marche pendant la mesure et pendant la durée du trajet du projectile, et le pointage en hauteur ne sera plus exact. On pourrait peut-être remédier à cet inconvénient en commençant le feu par pièces aussitôt que la distance du carré précédent aura été mesurée. Naturellement, tous les coups tirés assez longtemps avant l'entrée du bâtiment dans le carré, tomberont en avant du but, qui ne sera atteint que par les projectiles tirés un certain temps, inconnu d'ailleurs, avant l'entrée du bâtiment dans le carré.

Il serait donc possible, à la grande rigueur, d'atteindre le but avec quelques projectiles, si l'écart en direction était sans influence, c'est-à-dire s'il était indifférent de toucher tel ou tel point de l'avant à l'arrière du bâtiment. Mais ce procédé, même dans ce cas, ne serait pas pratique à la guerre, en raison de son défaut absolu de simplicité. Contre les bâtiments bas à tourelles qui se présenteront en première ligne devant le feu de nos batteries, le résultat à attendre de ce procédé est absolument nul.

Le tir indirect des mortiers, dit-on aussi, doit être em-

Digitized by Google

ployé le plus souvent possible. Or, en raison de la longue durée du trajet des projectiles lancés par cette sorte de bouches à feu, les chances d'atteindre le but sont bien moindres encore qu'avec les canons.

Il n'y a donc aucun résultat à attendre du tir indirect contre des buts mobiles. On ne peut le diriger avec certitude par aucun moyen.

A priori, on peut prévoir qu'il ne faut attendre aucun effet d'un tir indirect contre un but qui parcourt de 150 à 300 mètres dans une minute. Si nous avons insisté sur ce genre de tir, c'est parce que de nombreux officiers semblent fonder sur lui de grandes espérances.

VI. — TIR RAPIDE ET SALVES.

L'auteur ne connaît pas l'ensemble des résultats qu'ont donnés, jusqu'à ce jour, les expériences faites sur le tir par salves.

Quoi qu'il en soit, on devra, dès à présent, s'en tenir au tir par salves, par la raison seule que le tir rapide par pièces est impossible.

On peut exécuter un tir rapide avec une pièce seule, peut-être avec deux, mais jamais avec toute une batterie.

Si les pièces ne font pas feu par numéro, en commençant par l'aile placée sous le vent, on ne pourra pas exécuter un feu rapide, c'est-à-dire, un feu successif par pièces à intervalles courts, sans se préoccuper de la pièce voisine, parce que la fumée des pièces placées du côté du vent mettra les autres pièces dans l'impossibilité de pointer et de suivre le but.

La première décharge par pièces prendra, en conséquence, sensiblement plus de temps qu'une salve. Pour chaque décharge successive, le pointage ne pourra commencer que lorsque le tir de la précédente sera complétement terminé et que la fumée qu'elle aura produite aura disparu de la batterie.

Digitized by Google

D'ailleurs, quels sont les avantages de ce tir rapide? Si l'on a des raisons de croire que l'on touchera le but, pourquoi, au lieu de ce tir successif qui ne durera jamais qu'un temps très-court, ne pas donner à son tir son plus haut degré de puissance en faisant feu de toutes les pièces à la fois? Moins ce tir sera simultané, moins les hausses, une fois données, resteront appropriées à la distance.

Si, d'un autre côté, on ne connaît pas encore la distance, pourquoi un feu rapide en présence d'une pareille incertitude?

Il est vrai que ce n'est qu'au préjudice de la précision du pointage qu'on peut obtenir de l'ensemble dans le départ des coups, car cette simultanéité du feu de toutes les pièces n'est réalisable que si les chefs de pièce tiennent au dernier moment les yeux fixés sur le commandant de la batterie pour épier son signal. Or, avec des buts de peu de largeur, il est indispensable de les suivre jusqu'au moment même où la fumée, sortant par la bouche de la pièce, vient intercepter la vue; il faut donc que la direction soit absolument exacte.

Comment cette exactitude est-elle réalisable si les chefs de pièce détournent la tête au commandement préparatoire: « Batterie! ». Ils devront donc pointer en avant du but, d'une quantité qui dépendra de leur appréciation personnelle. Ce procédé, appliqué aux bâtiments à tourelles, nos principaux adversaires, donnera lieu à un si grand nombre de coups perdus, par suite d'écarts en direction, que la réalisation d'une bordée de coups simultanés coûtera toujours fort cher en présence des résultats obtenus. Un but de 7 à 10 mètres de largeur, qui se meut avec une vitesse de 5 nœuds perpendiculairement à la ligne de tir, ne met que 3 à 4 secondes à parcourir la ligne de mire. Joignez à cela que l'on doit s'appliquer à atteindre les tourelles, autant que possible, sur leur axe. Ce résultat ne peut être qu'une affaire de hasard si les chefs de pièce, quelques secondes avant le feu, perdent de vue le but et lui laissent quitter la ligne de mire.

Digitized by Google

On ne doit donc pas s'attendre à obtenir une simultanéité absolue de tous les coups, par la raison encore que toutes les pièces ne sont pas à la même distance du but, ainsi qu'on l'a fait voir plus haut.

Nous avons fait observer que nous pouvions tenir compte, avec la hausse, de ces différences de distances; mais il n'existe aucun moyen pratique de tenir compte des différences de durée des trajets; car, pour cela, il n'y aurait d'autre moyen que de faire commencer le tir par les pièces les plus éloignées du but, procédé impraticable.

Il faut, en conséquence, renoncer à un accroissement d'effet produit par un tir absolument simultané.

Ce ne sont donc pas, à proprement parler, de salves dont il a été question dans le chapitre relatif au tir, mais plutôt de feux roulants.

Les pièces doivent suivre le but avec le plus grand soin et faire feu, le plus rapidement possible, au commandement ou au signal. Il sera opportun de préparer les chefs de pièce peu d'instants avant le feu, par le commandement préparatoire « Salve! » ou bien « Attention! » et de faire suivre le commandement « Feu! » ou bien le signal (ce sera, par exemple, un coup de sifflet très-bref donné avec un sifflet de tirailleur), lorsque le bâtiment sera arrivé à la distance à laquelle on doit tirer.

On veut, par exemple, tirer une salve à 1 800 mètres. Les pièces suivent le but.

MESURES.	COMMANDEMENTS du commandant de batterie.
mètres.	
1 900	
1 870	*Attention!* ou bien *Salve*
1 850	*Signal* ou bien *Feu!*
1 800	

Il sera bon de renoncer, même contre des buts immo-

Digitized by Google

biles, aux salves à coups simultanés. En réalité, il n'existe pas sur mer de buts immobiles; tous sont animés de petits mouvements, soit sous l'action des courants, soit sous celle du flux et du reflux. Dans le tir contre des buts immobiles, chaque chef de pièce s'assure, peu avant le commandement « Feu! », si la direction donnée antérieurement est encore bonne. Car ces mouvements, bien que peu sensibles en général, ne sont pas négligeables dans le cas de bâtiments à tourelles (1).

Pour ne pas jeter la confusion dans l'esprit des hommes, il est bon de ne tirer qu'une espèce de salves.

Dans ce genre de salves, les chefs de pièce, après le signal ou le commandement « Feu! » pourront encore consacrer au pointage de leur pièce tout le temps qui s'écoulera jusqu'à ce que la fumée de la pièce voisine gagne leur ligne de mire.

La réussite des salves dépend, à un très-haut degré, du service des pièces.

Le hasard seul pourra faire réussir une salve exécutée par des pièces mal servies; l'influence des officiers y est presque complétement nulle.

Le service des pièces est si important qu'il nous semble rationnel de consacrer à cette question un chapitre spécial.

VII. — DU SERVICE DES PIÈCES.

Le tir des pièces de côte impose de très-grandes obligations au personnel de la batterie. Autant l'adresse et la

(1) Lorsqu'en 1873 la tourelle du *Glatton* fut canonnée par les pièces du *Hotspur*, malgré les dispositions les plus minutieuses, malgré l'absence complète de vent, on ne réussit pas, même approximativement, à atteindre le point de la tour qu'on s'était assigné comme but. Un projectile même manqua absolument la tour, bien que la hausse de 200 yards (183 mètres) eût été donnée à une minute près. On attribua ces mauvais résultats à une hausse inexacte. Mais un examen attentif fit reconnaître que le *Hotspur*, malgré l'apparence de parfaite immobilité de la surface de l'eau, était animé d'un mouvement très-lent qui fut très-probablement la cause du défaut de précision du tir.

On voit se produire des effets analogues dans le tir des batteries de côte contre des bâtiments au mouillage.

Digitized by Google

précision dans l'exécution de la charge sont faciles à acquérir, autant il est difficile de former les pointeurs, c'est-à-dire le chef de pièce et les servants chargés du maniement de l'appareil de pointage.

C'est du chef de pièce que nous avons le plus à attendre. Tandis que, dans la guerre de campagne ou de siége, son rôle est généralement assez modeste ; ici, au contraire, de ses qualités dépendent, au plus haut degré, les effets du tir; puisque c'est le chef de pièce qui forme et façonne à son service les servants chargés du maniement des appareils de pointage en hauteur et en direction.

Examinons les principales charges du chef de pièce :

1° Il doit être capable de suivre exactement le but assigné dans toute l'étendue de son champ de tir, et de mener de front, à chaque instant, les pointages en hauteur et en direction. A cet effet, il est indispensable qu'il ait parfaitement dressé à son service les servants chargés du maniement des roulettes du châssis et de l'appareil de pointage. Le chef de pièce doit mettre le feu au moment prescrit; la ligne de mire doit donc toujours suivre le but sans aucune interruption ; le pointage par intermittences est défectueux.

Dans cette poursuite du but pour le pointage en direction, l'habileté est facile à acquérir. L'officier observe la direction au moyen de la ligne de mire de gauche et appelle l'attention du chef de pièce sur chaque faute, sur chaque à-coup ou chaque retard.

Par contre, il est infiniment plus difficile de rectifier à chaque instant le pointage en hauteur. Lorsque le but se rapproche, la culasse doit être soulevée; lorsqu'il s'éloigne, elle doit être abaissée. Il est très-difficile, pour le chef de pièce, de suivre le but sans cesse, en modifiant à la fois les pointages en hauteur et en direction. Tandis qu'il s'occupe de la direction, à l'aide des servants chargés du mouvement angulaire du châssis, le pointage en hau-

Digitized by Google

teur se perd, et réciproquement; l'un des deux pointages est presque toujours sacrifié.

Il serait, par conséquent, très-désirable que la tâche du chef de pièce fût allégée et que le pointage en hauteur fût assuré indirectement au moyen du cercle gradué.

Il est à remarquer toutefois que le cercle gradué donne simplement, comme le niveau de pointage, une inclinaison déterminée à l'axe de la pièce, sans qu'il soit tenu compte de la hauteur relative du but.

Or, comme nos batteries de côte sont toutes plus ou moins élevées au-dessus du niveau de l'eau, la ligne de mire fait avec sa projection un certain angle qui varie avec la distance et dont on doit tenir compte.

Il est nécessaire, par suite, que l'on établisse des tables spéciales de tir dans lesquelles les angles de la ligne de mire à l'horizon soient retranchés immédiatement des hausses en degrés.

Pour plus de clarté, prenons l'exemple suivant:

Le canon fretté de 21^{c} long, tirant des obus en fonte durcie, demande une hausse de $1^{\circ}\frac{6}{16}$ pour une distance de 900 mètres. Supposons que la bouche de la pièce se trouve à 10 mètres au-dessus du niveau de l'eau; l'angle de la ligne de mire avec sa projection horizontale sera de $0^{\circ}\frac{10}{16}$, l'angle à donner au moyen du cercle gradué ne sera donc que de $0^{\circ}\frac{12}{16}$. A 1 800 mètres, l'angle de la ligne de mire avec l'horizon sera de $0^{\circ}\frac{5}{16}$. L'angle à donner sera de $3^{\circ}\frac{1}{16} - 0^{\circ}\frac{5}{16} = 2^{\circ}\frac{12}{16}$. Ces tables, très-faciles à établir, peuvent être dressées dans la batterie même.

On a admis ici implicitement que le niveau de l'eau ne varie que d'une quantité négligeable. Cette hypothèse ne s'applique pas à la mer du Nord, dans laquelle la différence moyenne entre la haute et la basse mer est de 4 mètres. On ne commettra pas une grosse erreur en prenant une hauteur moyenne, 12 mètres par exemple, pour une batterie dont la hauteur, au-dessus du niveau de la mer, varie entre 10 et 14 mètres.

Digitized by Google

Le chef de pièce n'aurait ainsi qu'à se préoccuper du pointage en direction. Ce pointage sera mieux assuré si, tout en conservant l'œilleton actuel, on remplace le guidon par un crin ou bien une corde de piano tendue verticalement dans un cadre. De nombreux dispositifs de visée ont été mis en expérience dans les instruments à mesurer les distances, et c'est, de tous, celui qui a paru donner les meilleurs résultats.

2° Le chef de pièce doit faire feu le plus tôt possible après le commandement ou le signal donné. Tandis que, dans la poursuite du but, l'œil seul du chef de pièce est en jeu, dans le tir au commandement, les qualités intellectuelles et le caractère jouent un rôle décisif. Le sous-officier doit prendre promptement une décision, suivie d'une exécution immédiate. Les habitants du littoral laissent généralement fort à désirer sous le rapport de ces qualités; aussi, dans le tir de côte, est-on souvent témoin de scènes bizarres.

Il y a deux circonstances préjudiciables à la rapidité de la mise de feu. C'est d'abord l'élasticité du cordeau tire-feu, puis le jet de flamme qui, en s'échappant de la lumière, inquiète le chef de pièce et le pousse à se mettre le visage à l'abri avant de faire feu. Aussi, la formation d'un bon chef de pièce exige-t-elle des soins assidus, et il y aurait bien à faire encore pour assurer son instruction. Il serait très-utile de créer un dispositif se rapprochant des armes à feu pour le tir sur une cible mobile. Le plus simple serait de tirer une arbalète installée sur un chevalet de tir; le chevalet serait disposé de façon à pouvoir recevoir des mouvements angulaires. Un semblable dispositif, fourni par le Dépôt de l'artillerie, ne reviendrait pas à plus de 125 fr. Quatre chevalets suffiraient pour un bataillon; tous ces corps, d'ailleurs, sont déjà pourvus de cibles mobiles. Chaque arbalète lancerait des traits dont les hampes seraient diversement coloriées, et dans le tir par salves, on pourrait ainsi montrer à chaque chef de pièce le résultat de son tir.

Digitized by Google

Après ces exercices, il s'agirait de familiariser les chefs de pièce avec le feu. Le tir des cartouches de manœuvre offre un excellent moyen d'atteindre ce but.

Dans tous ces exercices, on exigera, d'une façon absolue, que le chef de pièce ne mette le feu que pendant que son arme sera en mouvement.

Les chefs de pièce ont une tendance générale à dépasser le but avec la ligne de mire et faire feu au moment où le but se retrouve sur cette ligne. Or, cette façon d'agir est mauvaise sous le rapport du pointage en hauteur, et surtout n'est pas possible dans le tir par salves.

Le nombre des coups à tirer dans les exercices de tir à la mer contre un but mobile est de la plus grande importance pour la formation des chefs de pièce. Les munitions affectées à ces exercices sont comptées avec trop de parcimonie. Si une question de dépense vient s'opposer à ce qu'il soit fait une plus large part à ce genre de tir, on pourrait peut-être concilier, de la façon suivante, la bonne instruction de la troupe avec les intérêts du Trésor :

1° — On restreindrait le plus possible le tir contre des buts à l'ancre.

On n'y consacrerait que des shrapnels de 15c et quelques obus allongés de 21c ; environ 5 par compagnie. Tout le reste des munitions allouées serait employé contre des cibles mobiles. Si la troupe doit faire des expériences, il est indispensable de lui allouer, à cet effet, des munitions spéciales.

2° — On pourrait essayer de tirer des pièces de petit calibre sur des buts mobiles. Le canon de campagne du calibre de 7c,3, dont la trajectoire se rapproche le plus de celle des pièces de côte, conviendrait le mieux à cette destination. On pourrait peut-être, en prenant certaines dispositions préalables (rondelles et manchons de tourillons) installer ces pièces sur des affûts de 21c. On arriverait ainsi, sans accroissement de dépenses, à allouer à

Digitized by Google

la troupe une quantité de munitions suffisante. Il faudrait que la lumière fût percée dans le coin de fermeture ou que le grain de lumière fût disposé de telle façon que l'on pût mettre le feu du marchepied postérieur. Pour exercer la troupe au tir des salves, on doterait chaque champ de tir de côte au moins de quatre petites pièces de ce genre. On ne tirerait plus alors contre des buts mobiles, que le quart du nombre de gros projectiles alloués actuellement, et ce serait uniquement pour habituer le personnel au bruit de la détonation, au gros nuage de fumée et au recul de la pièce.

La proposition de faire exécuter le tir avec des pièces de petit calibre n'est relative qu'aux batteries découvertes et point du tout aux divers genres de batteries blindées.

Enfin, il serait bon de mentionner sur la feuille de congé de libération des sous-officiers, s'ils peuvent servir comme chefs de pièce, et de relater le nombre des exercices de tir à la mer auxquels ils ont pris part, en qualité de chefs de pièce. Ce serait là une indication plus importante que leur classement dans le tir à la cible.

VIII. — CONCLUSIONS.

Il y a deux moyens d'obtenir, dans le combat, le nombre nécessaire d'atteintes; le premier consiste dans la multiplication des coups tirés, le deuxième, dans la précision du tir.

Les particularités du tir contre les vaisseaux exigent qu'on se décide à l'avance pour l'un ou pour l'autre mode d'action. Du choix entre les deux dépend le genre d'instruction à donner à la troupe, l'organisation des batteries, le choix des moyens auxiliaires du tir.

Tout officier, destiné à combattre dans une batterie de côte, se déclarera en faveur du deuxième moyen, qui fera ressortir ses qualités personnelles, et grâce auquel le suc-

Digitized by Google

cès sera dû moins au hasard qu'au développement des qualités militaires du personnel de la batterie.

Il est incontestable que, dans un grand nombre de combats, l'application d'un procédé de tir précis rencontrera de grandes et même d'invincibles difficultés. Mais ce n'est pas une raison suffisante pour que l'artillerie de côte, pas plus que l'artillerie de campagne, qui peut se trouver dans des cas analogues, renonce, en principe, à la précision du tir.

Le commandant d'une batterie de côte doit pouvoir utiliser, de la façon la plus complète, les moyens d'action de ses pièces. A quoi servirait la précision des bouches à feu, si on renonçait aux avantages que cette précision peut assurer? Un procédé de tir précis est donc absolument nécessaire. Ce procédé, appliqué à des buts mobiles, ne saurait offrir le même degré de simplicité que dans le cas de buts immobiles; mais les moyens de faire face aux difficultés naissent et se développent, en général, avec ces difficultés mêmes.

L'auteur a-t-il atteint le but qu'il s'était proposé, de fournir un aperçu des procédés à appliquer dans le tir contre des vaisseaux? La réponse ne peut être faite que par des expériences de tir. Quoi qu'il en soit, il a été guidé par son ardent désir de contribuer de toutes ses forces à rendre son ancienne valeur au vieux dicton:

Un canon de terre vaut un vaisseau de mer.

Signé: SCHMIDT,

Premier lieutenant au bataillon n° 9 d'artillerie à pied du Schleswig-Holstein.

ANNEXE 1.

Hauteurs de blindages exposées au tir, pour quelques bâtiments, d'après les dessins du bureau des constructions de l'artillerie (Artillerie-Konstructionsbureaux).

Tyger, 3m,0; *Rusalka*, 3m,20; *Uragan*, 3m,30; *Amiral Greigh*, 3m,50; *Erikson*, *Provence*, 3m,60; *Poscharsky*, 4m,10; *Prince Hendrik*, *Glatton*, *Ruperk*, 4m,70; *Magdala*, 4m,80; *Hotspur*, 4m,90; *Dévastation*, *Thunderer*, 5m,60; *Tonnerre Taureau*, 6m,10; *Peter Weliki*, 6m,30; *Monarque*, *Thétis*, 6m,40; *Audacious*, *Sévastopol*,

Digitized by Google

6m,60 ; *Alexandra,* 7m,20 ; *Marengo,* 7m,50 ; *Hercule, Sultan, Redoutable,* 7m,60 ; *Custozza,* 8m,15.

Ces hauteurs sont mesurées à partir de la ligne de flottaison, soit jusqu'au bord supérieur du blindage des batteries de flanc ou des casemates, soit jusqu'au bord supérieur des tours.

On n'a pas tenu compte des casemates d'avant ou d'arrière, qui sont d'une médiocre importance.

Il serait à désirer que ces données, d'une importance si capitale pour un artilleur, pussent être fournies, sans autre mesure, par les dessins mêmes des bâtiments contre lesquels on doit entrer en lutte.

ANNEXE 2.

Tableau donnant, pour le tir des obus en fonte durcie avec le canon fretté de 21c long, le nombre pour cent de coups bons et la proportion de coups courts par suite des écarts normaux en portée. Le point moyen est supposé amené au milieu de la hauteur du but.

DISTANCES en mètres.	HAUTEURS DU BUT.											
	3m,00.		4m,00.		5m,00.		6m,00.		7m,00.		8m,00.	
	Coups bons p. 100.	Coups courts.	Coups bons p. 100.	Coups courts.	Coups bons p. 100.	Coups courts.	Coups bons p. 100.	Coups courts.	Coups bons p. 100.	Coups courts.	Coups bons p. 100.	Coups courts.
1 400	97	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
1 600	91	1/20	97	0	100	0	100	0	100	0	100	0
1 800	85	1/14	95	0	98	0	100	0	100	0	100	0
2 000	77	1/9	89	1/20	95	0	98	0	100	0	100	0
2 200	69	1/7	82	1/11	91	1/20	96	0	98	0	100	0
2 400	60	1/5	74	1/8	84	1/14	91	1/20	95	0	97	0
2 600	53	1/4	66	1/6	78	1/9	85	1/14	91	1/20	94	0
2 800	46	1/4	59	1/5	69	1/7	78	1/9	85	1/14	90	1/20
3 000	40	1/3	51	1/4	61	1/5	70	1/7	78	1/9	83	1/11

Ce tableau s'applique assez bien au tir des obus en fonte durcie lancés par le canon fretté de 15c long.

Des tableaux analogues devraient accompagner les tables de tir, afin de permettre de se rendre compte, par un seul coup d'œil, du nombre de coups courts qui conviennent à chaque cas.

Extrait de l'*Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Offiziere.*

Traduit par E. SCHALLER,

Capitaine d'artillerie.

Digitized by Google

LES ARMES PORTATIVES

EN SUÈDE ET EN NORWÈGE.

SUÈDE.

Les armes à feu portatives actuellement en service dans l'armée suédoise sont :

Le fusil d'infanterie modèle 1867 ;

Le mousqueton de cavalerie modèle 1870 ;

Le revolver de cavalerie modèle 1871.

FUSIL D'INFANTERIE MODÈLE 1867.

Le fusil de l'infanterie suédoise modèle 1867 se charge par la culasse; il est du système Remington (1).

Une baïonnette s'adapte à l'extrémité du fusil.

Données générales.

Longueur du fusil	$1^{m},350$
Id. avec baïonnette	$1^{m},850$
Poids du fusil	$4^{k},250$
Id. avec baïonnette	$4^{k},700$

Le calibre du canon est de $12^{mm},17$; sa longueur totale est de $0^{m},950$; celle de la partie rayée de $0^{m},900$.

Les rayures, au nombre de 6, ont une profondeur uniforme de $0^{mm},45$ et une largeur de 3 millimètres. Le pas de ces rayures, qui tournent de gauche à droite, est constant et de $1^{m},07$.

La cartouche est métallique et à percussion périphérique. Les douilles, fabriquées à l'aide de machines américaines ou suédoises, sont en cuivre et non en laiton.

La balle pèse 24 grammes ; sa longueur est de $22^{mm},2$ (1,83 calibre) ; elle présente sur sa partie cylindrique trois

(1) Le système Remington est bien connu en France, où il a même été employé pendant la dernière guerre pour l'armement de quelques troupes. Sa description avec planche sera du reste donnée plus tard dans un article qui comprendra les armes portatives en Espagne et Danemark.

Digitized by Google

cannelures, qui sont graissées, et à son culot une petite cavité conique pour favoriser l'expansion.

Le poids de la charge de poudre est de $4^{gr},25$.

Le poids total de la cartouche est de $35^{gr},6$; sa longueur totale, de 53 millimètres.

La vitesse initiale communiquée à la balle est de 386 à 400 mètres.

Le rayon du cercle des déviations moyennes est :

à	100^m	200^m	300^m	400^m	500^m	600^m	700^m	800^m	900^m
de	$12^c,7$	26^c	$42^c,8$	55^c	$69^c,7$	86^c	105^c	128^c	157^c

Il y a encore en service des fusils transformés modèles 1860-1868 et 1864-1868. Les fusils adoptés en 1860 ou 1864 étaient aussi du système Remington, mais un peu différents du dernier modèle. Ils ont été transformés en 1868; ils ne se distinguent plus maintenant des armes modèle 1867 que par la longueur du canon, qui est un peu plus faible. Ils tirent la même cartouche.

Le fusil suédois, d'assez fort calibre comparé aux armes actuellement en service chez les autres puissances européennes, se trouve maintenant, au point de vue balistique, dans un état d'infériorité assez marqué. Aussi le ministre de la guerre suédois s'est préoccupé, depuis plusieurs années déjà, de rechercher un autre modèle pour l'armement de l'infanterie.

Depuis 1876 une commission d'officiers suédois et norwégiens a été chargée d'essayer un grand nombre de modèles comparativement avec les meilleurs systèmes actuellement en service chez les autres puissances. Il est probable que l'on adoptera un nouveau fusil du calibre de $10^{mm},2$, lançant une balle de 20 grammes.

MOUSQUETON DE CAVALERIE MODÈLE 1870.

Le mousqueton de cavalerie, adopté en 1870, est du système Remington, comme le fusil d'infanterie.

Données générales.

Longueur du mousqueton	$0^m,860$
Poids du mousqueton	$2^k,970$

Digitized by Google

La longueur de la partie rayée du canon n'est que de $0^m,470$; les rayures sont au nombre de 6, comme pour le fusil d'infanterie.

Le calibre du mousqueton est le même que celui du fusil; il utilise les mêmes munitions.

La vitesse initiale de la balle n'est que de 340 mètres au lieu de 400.

REVOLVER DE CAVALERIE MODÈLE 1871.

Le revolver de cavalerie en usage en Suède est à six coups; il a été construit par Francotte, d'après les ystème Lefaucheux.

Données générales.

Longueur totale	$0^m,310$
Poids	$1^k,170$

Le canon est au calibre de 11^{mm}; sa longueur d'âme est de $0^m,140$; les rayures sont au nombre de 4.

La cartouche, à étui en laiton, est à percussion centrale. Son poids total est de 17 grammes, celui de la balle de 13 grammes, celui de la charge de $0^{gr},85$. La vitesse initiale de la balle est de 160 mètres.

ARMEMENT DES TROUPES SUÉDOISES (1) EN 1878.

L'infanterie est armée du fusil d'infanterie modèle 1867. Chaque fantassin porte 80 cartouches dans sa giberne ou son havre-sac. En outre, les fourgons de munitions du bataillon contiennent 40 et les autres voitures 50 cartouches par homme.

La cavalerie suédoise est armée du sabre et du revolver. Actuellement une partie (environ $\frac{1}{3}$) porte en outre le mousqueton, une autre la lance (2). Dans l'artillerie de campagne, toute la troupe est armée du sabre; les chefs

(1) *Royaume de Suède. Exposé statistique*, par le Dr Elis SIDENBLADH, secrétaire du bureau central de statistique en Suède. — Exposition universelle de 1878.

(2) Une grande commande de mousquetons ayant été faite l'année dernière, toute la cavalerie en sera bientôt armée; chaque cavalier aura alors, outre son revolver, un mousqueton.

Digitized by Google

de pièce et les servants ont en outre des revolvers comme les officiers et les sous-officiers.

Les hommes des compagnies de l'artillerie de forteresse ont le fusil d'infanterie, mais avec sabre-baïonnette au lieu de la baïonnette. Le génie est armé du fusil d'infanterie avec baïonnette, les hommes de la compagnie de télégraphe de campagne n'ont que le revolver.

L'armement de réserve est composé de fusils tranformés.

Les derniers modèles d'armes portatives en usage dans la marine suédoise sont les suivants :

Fusils se chargeant par la culasse, système Remington, munis de sabres-baïonnettes. Ces armes, d'une construction identique aux fusils de l'armée, emploient les mêmes munitions ; ils s'en distinguent uniquement par l'emploi du sabre-baïonnette au lieu de la baïonnette ordinaire.

Revolvers modèle de la cavalerie et revolvers Lefaucheux.

Les autres armes portatives d'anciens modèles encore en service dans la marine sont les suivantes : fusils rayés se chargeant par la culasse, du calibre de 14^{mm},84 ; fusils rayés se chargeant par la bouche, du calibre de 15^{mm},44 ; mousquets lisses se chargeant par la bouche ; pistolets lisses et arquebuses d'abordage du calibre de 40^{mm},97, lançant non-seulement des balles pleines, mais aussi de la mitraille ; coutelas, haches et piques d'abordage.

NORWÉGE.

Les armes en service en Norwége sont :

Le fusil d'infanterie modèle 1867 ;

Le mousqueton de 4 lignes ;

Le revolver modèle 1864 ;

Le fusil de marine à répétition, modèle 1877.

FUSIL D'INFANTERIE MODÈLE 1867.

Le fusil norwégien modèle 1867 se charge par la culasse ; il est du système Remington comme le fusil suédois, et cependant ces deux armes diffèrent entre elles par

Digitized by Google

quelques dimensions. Ces différences sont du reste très-peu sensibles.

Un sabre-baïonnette s'adapte à l'extrémité du fusil.

Données générales.

Longueur du fusil.	$1^{m},358$
Longueur du fusil avec baïonnette	$1^{m},841$
Poids du fusil.	$4^{k},500$
Poids total du fusil muni de son sabre-baïonnette	$5^{k},110$

Le calibre du canon est de $12^{mm},17$, comme en Suède.

Les rayures, au nombre de 6, ont une profondeur uniforme de $0^{mm},47$ et une largeur de $2^{mm},8$; leur pas est de $0^{m},900$.

La cartouche métallique est à percussion périphérique comme la cartouche suédoise.

La balle pèse $23^{gr},7$; elle a une longueur de $23^{mm},7$.

Le poids de la charge de poudre et de $4^{gr},09$.

Le poids total de la cartouche est de $35^{gr},8$; sa longueur totale, 57 millimètres.

La vitesse initiale communiquée à la balle n'est que de 380 mètres.

En Suède, comme en Norwége, on se préoccupe de remplacer le fusil modèle 1867 du calibre de $12^{mm},7$ par un autre d'un calibre plus petit. Il est probable que cette fois la même arme sera adoptée pour les deux pays.

Il y a encore en service un certain nombre de fusils transformés modèle 1860 ou modèle 1842.

Les fusils modèle 1842 se chargeaient par la culasse; leur système de fermeture, dû au capitaine Schéele, était à chambre mobile et rappelait par ses dispositions générales celui du fusil de rempart français modèle 1831. Son calibre était de $16^{mm},89$. Ces fusils ont été transformés, afin de les approprier au tir d'une cartouche métallique. Le fusil de 4 lignes modèle 1860, du système Lund, avait un mécanisme de fermeture peu différent de celui du fusil Schéele,

Digitized by Google

mais le canon, au lieu de rayures, présentait 6 pans, disposition semblable à celle adoptée pour les carabines Lancastre ou les canons Whitworth ; le calibre était beaucoup plus faible que celui du fusil modèle 1842, le diamètre de la chambre était de $12^{mm},33$; celui du cercle intérieur tangent aux 6 faces, $11^{mm},7$. Le mécanisme de ces fusils Lund a été transformé de façon qu'ils puissent utiliser la même cartouche métallique que le fusil modèle 1867.

MOUSQUETON DE 4 LIGNES.

Le mousqueton de cavalerie de 4 lignes, adopté en 1860, était du système Lund, c'est-à-dire que la section du canon était hexagonale, et le mécanisme de fermeture à chambre mobile. Il a été transformé, en 1868, d'après les mêmes principes que le fusil modèle 1860, c'est-à-dire approprié au tir d'une cartouche métallique un peu différente de celle du fusil.

Données générales.

Longueur du mousqueton	$0^{m},940$
Poids du mousqueton	$2^{k},750$

Le calibre du canon est de $11^{mm},7$ (diamètre du cercle intérieur tangent aux 6 faces); le pas des rayures est de $0^{m},800$.

La cartouche métallique, à percussion périphérique, a une balle de $17^{gr},55$ et une charge de $2^{gr},73$; son poids total est de $24^{gr},9$; la vitesse initiale communiquée à la balle est de 302 mètres.

REVOLVER MODÈLE 1864.

Le revolver norwégien, du système Lefaucheux, est à 6 coups.

Données générales.

Longueur du revolver	$0^{m},372$
Poids	$1^{k},060$

Digitized by Google

Le calibre du canon est de $10^{mm},82$; les rayures sont au nombre de 4.

La cartouche est à percussion centrale; la balle pèse $12^{gr},25$, la charge $0^{gr},61$; le poids total de la cartouche est de $16^{gr},30$.

ARMEMENT DES TROUPES NORWÉGIENNES EN 1878.

L'infanterie et les chasseurs sont armés du fusil modèle 1867.

Dans la cavalerie, les hommes de troupe ont le mousqueton de 4 lignes; les officiers, sous-officiers et trompettes ont le revolver modèle 1864.

Dans l'artillerie de campagne, la troupe, ainsi que les officiers, sous-officiers et trompettes ont seuls le revolver, les hommes de troupe n'ont qu'une arme blanche.

L'artillerie de forteresse est armée du mousqueton de 4 lignes.

Le fusil transformé de 4 lignes système Lund, ainsi que le fusil transformé de gros calibre, forment l'armement de réserve.

FUSIL DE MARINE A RÉPÉTITION, MODÈLE 1877.

La marine norwégienne vient d'adopter un fusil à répétition d'une nouvelle construction, présenté par M. Krag, lieutenant d'artillerie norwégien, et M. Peterson, ingénieur suédois.

Le fusil Krag-Peterson est, comme mécanisme de fermeture, une arme à bloc du système Peabody; le calibre du canon est de $12^{mm},17$, comme celui du fusil Remington norwégien modèle 1867; les rayures sont identiques, les deux armes tirent les mêmes munitions. Le magasin se trouve dans le fût, sous le canon, et contient 9 cartouches.

Un sabre-baïonnette peut s'adapter à l'extrémité du fusil.

Données générales.

Longueur du fusil	$1^{m},300$
Poids du fusil.	$4^{k},300$

Digitized by Google

Mécanisme de fermeture. — Le mécanisme de fermeture est renfermé dans une boîte de culasse qui est vissée sur le canon, et sépare le fût en 2 parties.

Il se compose d'un petit nombre de pièces fort simples et fort solides :

Un *bloc,* A ;

Un *percuteur,* B ;

Un *chien,* C, avec son *ressort, c;*

Un *extracteur,* D, avec son *ressort, d;*

Une *détente,* E, avec son *ressort, e.*

A la position de fermeture (fig. 2 et 5) le bloc A, est soutenu par le chien, qu'il soit à l'abattu ou au cran du bandé.

Supposons que le coup vienne de partir (fig. 2) : si l'on appuie fortement sur la crête du chien C en le rabattant, le bloc A bascule, et en même temps le percuteur B est ramené en arrière (fig. 3). L'ouverture de la chambre et celle du magasin se trouvent dégagées; une des cartouches du magasin, sous la pression du piston F (fig. 2), qui est mis en mouvement par le ressort à boudin *f* placé au fond du magasin, s'engage dans la rigole du bloc jusqu'à ce qu'elle vienne butter contre le fond. Le bloc, appuyant sur l'extracteur D, le fait basculer en arrière, et l'étui vide est rejeté en dehors de la chambre (fig. 3).

Lorsqu'on cesse d'appuyer sur la crête du chien, le bloc A remonte jusqu'à ce qu'il soit arrêté par l'extracteur D (fig. 4). La nouvelle cartouche se trouve alors à hauteur de la chambre, dans l'intérieur de laquelle on est obligé de la pousser avec la main. Lorsqu'elle arrive à fond, son bourrelet, en venant butter contre l'extracteur, dégage le bloc, qui revient à sa position de fermeture (fig. 5). Le chien est arrêté au bandé par la détente E. Le coup est alors prêt à partir.

Le magasin contenant 9 cartouches, si l'on tient compte de celle qui est dans la chambre, on peut tirer 10 coups sans avoir à recharger l'arme.

Digitized by Google

Il est aussi possible de se servir du fusil Krag-Peterson comme d'une arme ordinaire, sans faire usage des cartouches qui sont dans le magasin. Il suffit pour cela de pousser l'arrêtoir G (fig. 1, 5 et 6) dans la position indiquée par la figure 6; les cartouches du magasin venant butter contre cet arrêtoir ne peuvent plus en sortir. Le mécanisme étant dans la position de la figure 4, on introduit alors directement une cartouche dans la chambre.

En résumé, ce qui distingue le fusil Krag-Peterson de tous les autres fusils à répétition de construction déjà connue, c'est que l'introduction de la cartouche dans le canon n'est pas obtenue automatiquement. Le chargement du magasin n'est pas non plus très-commode; après avoir rabattu le chien en arrière, il faut, tout en le maintenant avec la main gauche, introduire successivement avec la main droite les 9 cartouches dans le magasin.

Dans des expériences faites en Suède en 1876, avec le fusil Krag-Peterson comparativement avec d'autres modèles, on aurait, d'après le journal autrichien la *Vedette*, obtenu les résultats suivants :

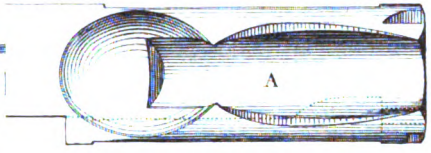
Dans un feu rapide contre un panneau de 6 pieds de haut et de 4 de large, à une distance de 500 pas, le fusil allemand modèle 1871 (Mauser) aurait tiré 10 coups dans une minute et donné 10 atteintes, tandis que le Krag-Peterson aurait fourni 10 coups en 55 secondes et seulement 9 atteintes. Dans les deux cas on chargea posément et visa avec soin.

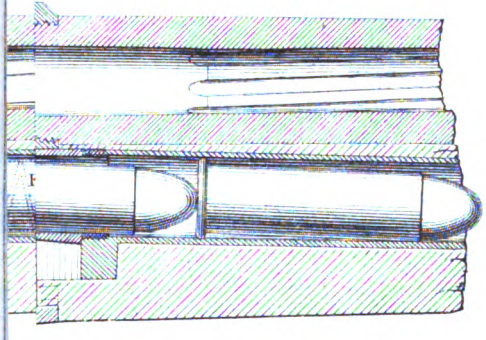
Dans un tir de vitesse contre un but mobile le fusil allemand aurait tiré 10 coups en 45 secondes et donné 4 atteintes, tandis que, pour le Krag-Peterson, il aurait fallu 50 secondes pour tirer les 10 coups et l'on n'aurait eu que 2 atteintes.

L. Labiche,
Capitaine d'artillerie.

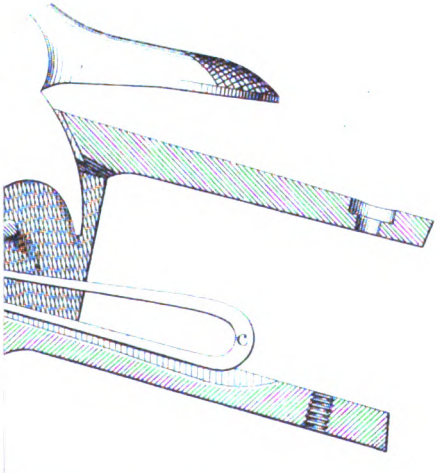
Digitized by Google

Bloc (vue en dessus)





ment de l'introduction de la cartouche



Digitized by Google

Digitized by Google

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Allemagne : Exercices d'artillerie pour la réserve et la landwehr, en 1878. — L'appel du *Beurlaubtenstand,* qui s'adresse à la fois aux réservistes et aux hommes de la landwehr, embrasse, pour l'année 1878, un total de 106 250 hommes, dont 5 000 pour l'artillerie de campagne et 4 000 pour l'artillerie à pied.

Dans l'artillerie de campagne, on doit s'attacher à familiariser les hommes avec la manœuvre du matériel de campagne. Les exercices porteront sur la manœuvre d'artillerie, les manœuvres de force, le chargement des coffres d'avant-train et de caisson. Chaque batterie, qui recevra des hommes de la landwehr, aura à sa disposition 12 obus et 8 shrapnels pour les tirs d'instruction.

Dans l'artillerie à pied, on s'attachera à familiariser les hommes avec la manœuvre dee canons rayés. Il est accordé 90 coups par compagnie :

20 obus et 10 shrapnels de 9c ;

15 obus et 10 shrapnels de 12c ;

10 obus allongés, 10 obus ordinaires et 5 shrapnels de 15c ;

10 obus allongés, 10 obus ordinaires et 5 shrapnels de 20c.

Les hommes appelés dans les Ier, IIe et IXe corps d'armée exécuteront des tirs à la mer, pour lesquels il est alloué :

20 obus allongés, 5 obus en fonte durcie, 5 shrapnels de 15c ;

10 obus allongés en fonte durcie, 5 shrapnels de 21c.

Les hommes de l'artillerie à pied seront en outre exercés au tir à la cible avec la carabine de chasseurs modèle 1871.

(D'après la *Revue militaire de l'étranger.*)

Angleterre : Transformation des anciens canons de 7 pouces. — D'après le *Morning Post,* on essaie d'utiliser

Digitized by Google

en Angleterre un assez grand nombre des canons de 7 pouces (178^{mm}) se chargeant par la culasse, qui avaient été mis à l'écart depuis quelques années. On a réussi à leur faire tirer une charge beaucoup plus forte que leur charge primitive, en agrandissant leur chambre et en employant de la poudre pebble, dont l'action est relativement lente. On ne peut cependant pas espérer leur faire faire le même service qu'au canon de 7 pouces à chargement par la bouche, destiné au percement des plaques. Car celui-ci pèse 7 tonnes (7 112 kil.) et sa longueur est de 11 pieds 10 pouces (3^{m},607), tandis que le canon se chargeant par la culasse ne pèse que 82 quintaux (4 166 kil.) et n'a que 10 pieds (3^{m},048) de long.

Le colonel Hayman, chef du service des affûts, propose de monter le canon transformé sur un châssis ordinaire en bois, pourvu de freins hydrauliques, et d'en armer les positions dont la défense n'exige pas l'emploi d'un tir de plein fouet. (*The Army and Navy Gazette.*)

Angleterre : L'équipage de siége. — La composition des parcs de siége vient d'être fixée, à Woolwich, de la manière suivante :

Il y aura deux genres de sections, chacune de 30 pièces.

La section lourde comprendra huit canons de 64 livres (29 kil.) de 64 quintaux (3 251 kil.) ; 8 canons de 40 livres (18 kil.) de 35 quintaux (1 778 kil.), et 14 obusiers de 8 pouces (203^{mm}) de 46 quintaux (2 337 kil.).

La section légère se composera de 10 canons de 40 livres de 35 quintaux, 10 canons de 25 livres (11^{k},3) de 18 quintaux (914 kil.) et 10 obusiers de 6,3 pouces (160^{mm}) de 18 quintaux.

A chaque section de 30 canons ou obusiers, seront attachées huit batteries d'artillerie de place comprenant 32 officiers et 1 104 sous-officiers et canonniers.

L'organisation du service d'un parc de siége de deux à trois cents pièces sera très-difficile par suite de la trans-

Digitized by Google

formation qu'on a faite, pendant ces vingt dernières années, des brigades de place en brigades de campagne.

L'Angleterre ne possède plus en effet que 35 batteries de place, ce qui ne peut assurer le service que pour 130 pièces au plus; aussi l'autorité supérieure admet-elle une création de 15 á 20 batteries nouvelles qui sera facilitée par l'appel des réserves. Les canons et obusiers composant le nouveau parc de siége sont complétement achevés et leur mise sur affûts doit être terminée très-prochainement.

Les obusiers existants doivent être remplacés par d'autres plus puissants : un de 6,6 pouces (168^{mm}) de 36 quintaux (1 828 kil.) pour la section légère, et un de 8 pouces (203^{mm}) de 70 quintaux (3 556 kil.) pour la section lourde. Ces nouveaux obusiers sont notablement plus longs que les obusiers actuels et ressemblent à un canon ordinaire Les pièces qu'ils sont destinés à remplacer prendront probablement à l'avenir le second rang, comme mortiers rayés. L'obusier de 6,6 pouces tirera des projectiles dont le poids variera entre 95 et 135 livres (43 kil. et 61 kil.) et ceux du nouvel obusier de 8 pouces pèseront de 170 à 230 livres (77 kil. à 104 kil.).

Il n'y a de faites, jusqu'à présent, qu'une ou deux de ces nouvelles pièces, et, bien qu'elles soient adoptées en principe, elles doivent encore être soumises à de nombreuses expériences. (*The Army and Navy Gazette.*)

Angleterre : Plaques de blindage composées. — Des expériences ont été faites en décembre 1877 et en février 1878, à bord du vaisseau-cible *the Nettle*, à Portsmouth, dans le but d'essayer des plaques de blindage composées, construites, pour la première série d'essais, par MM. Cammell et Cie, d'après le procédé de M. A. Wilson, et pour la deuxième série par MM. John Brown et Cie, d'après le procédé de M. J. D. Ellis (1).

Le principe de cette nouvelle fabrication consiste, comme

(1) On peut voir ces plaques à l'Exposition, dans la section anglaise.

Digitized by Google

on l'a déjà dit [1], à recouvrir d'une couche d'acier les plaques en fer forgé, dans le but d'obtenir la rupture du projectile au choc, et d'empêcher les fissures produites de se propager jusqu'à la face postérieure, en d'autres termes, de localiser les déchirements dans la partie en acier adhérente au revêtement en fer.

Le procédé Ellis ne diffère de celui de M. Wilson qu'en ce que l'acier fondu n'est coulé sur la plaque de fer que lorsque celle-ci est sortie du four. M. Wilson se sert de l'acier Siemens, tandis que M. Ellis emploie l'acier Bessemer.

Dans les expériences faites à Portsmouth, les plaques sur lesquelles on avait coulé un acier doux ont donné de meilleurs résultats que celles sur lesquelles on avait coulé un acier plus dur. Dans le premier cas, on a obtenu d'une manière suffisante la localisation des déchirures dans la face antérieure, et les projectiles se sont brisés en produisant un fort enfoncement dans la face postérieure. Dans le deuxième cas, les plaques furent fendues de part en part, et les projectiles furent brisés en petits fragments.

Ces essais ne permettent pas cependant de donner d'une façon définitive la préférence à l'acier doux, car on en est encore à se demander s'il vaut mieux adopter, pour la protection des vaisseaux, une armure de fer qui ne se fend pas, mais qui permet aux projectiles de pénétrer, ou une armure d'acier qui réussit à empêcher la pénétration des projectiles, mais qui est brisée par le choc?

(*Engineering.*)

Autriche : La carabine Valmisberg. — Le capitaine Valmisberg, du 6e régiment de hussards autrichien, vient d'inventer un nouveau fusil à répétition sur lequel on n'a encore que peu de détails. Cette arme, destinée au service de la cavalerie, est munie d'un magasin qui peut recevoir

[1] Voir *Revue d'artillerie*, tome XI, page 94.

Digitized by Google

neuf cartouches. Par une très-légère pression du doigt, un mécanisme fort ingénieux pousse les cartouches dans le tonnerre; on peut tirer les neuf coups en dix-huit secondes, et il suffit de neuf secondes pour recharger le magasin. L'extracteur des douilles vides est très-bien construit et fonctionne parfaitement.

La carabine Valmisberg ne diffère pas, en apparence, des autres armes et offre beaucoup d'analogie avec le fusil allemand. Son mécanisme peut s'appliquer aux fusils Chassepot, Gras, Mauser, Berdan, Beaumont, Vetterli et autres du même système, qu'on peut ainsi transformer aisément en fusils à répétition. (*The Army and Navy Gazette.*)

Hollande : Réorganisation de l'artillerie de forteresse. — L'artillerie de forteresse de la Hollande, qui était organisée autrefois par régiments, vient d'être formée en *huit divisions* (afdeelingen) correspondant aux huit positions défensives du territoire. Ces divisions comprennent quarante compagnies et deux compagnies indépendantes, dont l'une est une compagnie d'instruction et l'autre une compagnie de torpilles; leurs emplacements sont :

Utrecht, 8 compagnies;

Naarden, 6 compagnies;

Gorinchem, 6 compagnies;

Zwolle, 2 compagnies;

Dordrecht, 6 compagnies (2 détachées à Willemstad et Hellevœtsluis);

Le Helder, 4 compagnies;

Amsterdam, 4 compagnies (1 détachée à la Haye);

Bois-le-Duc, 4 compagnies.

Ces 8 divisions constituent un commandement de l'artillerie de forteresse, dont le titulaire est un colonel ou un général-major, comme pour le commandement de l'artillerie de campagne, qui comprend maintenant deux régiments d'artillerie montée, un régiment d'artillerie à cheval et les pontonniers. Ces deux commandements relèvent

Digitized by Google

d'une inspection d'artillerie, dont le titulaire est un général-major ou un lieutenant-général.

(D'après la *Revue militaire de l'étranger.*)

Italie : Approvisionnement en munitions des batteries de 9c B. R. (bronze rayé, chargement par la bouche). — Par suite de l'adoption du shrapnel de 9c (B. R.), le chargement des coffres à munitions [1] a été modifié ainsi qu'il suit :

	OBUS.	SHRAPNELS.	BOITES à mitraille.
	—	—	—
Coffre d'avant-train des pièces et des caissons	46	10	4
Coffre d'arrière-train des caissons. .	68	12	0

L'aménagement des coffres d'avant-train modèle 1863 et d'arrière-train modèle 1844 doit être modifié en conséquence.

(*Giornale d'artiglieria e genio,* partie réglementaire.)

Italie: Canon à mantelet. — On vient d'essayer à Turin un nouveau système de canon à mantelet, proposé par le major Berardi: c'est un canon de campagne en fonte du calibre de 8c,7, se chargeant par la culasse. L'affût en tôle d'acier, avec frein hydraulique, porte une cuirasse de 1m,85 de haut, destinée à protéger les servants contre la mousqueterie. Le canon pèse environ 500 kil., et l'affût 600; la pièce est attelée à 6 chevaux; pour la manœuvre il ne faut que 5 servants et un chef de pièce.

Les premiers essais ont parfaitement réussi; on a tiré 50 coups sans que l'on ait constaté le moindre recul.

(*Deutsche Heeres-Zeitung.*)

---

[1] Voir *Revue d'artillerie*, tome II, p. 281.

Le Gérant: Ch. Norberg.

Digitized by Google

HISTORIQUE DES ÉTUDES

FAITES A CALAIS

SUR LES CANONS RAYÉS DE CAMPAGNE

INTRODUCTION.

Le tome VIII du *Mémorial de l'artillerie,* publié en 1867, contient un historique fort détaillé des études qui ont précédé l'adoption de notre premier système de canons rayés de campagne. Ce travail devait être complété par un second historique relatif aux canons de place et siége. Mais la publication du tome IX du *Mémorial,* dont tous les éléments étaient à peu près réunis, fut ajournée par suite des événements de 1870.

Avant de donner, dans la *Revue d'artillerie,* l'historique des études faites à Calais de 1872 à 1877 sur les canons rayés de campagne, il a paru intéressant de résumer les principaux travaux exécutés dans cette longue période de temps, de 1859 à 1870, sous la direction du Comité de l'artillerie.

Ces travaux sont de deux sortes : les uns avaient pour but de compléter ou de perfectionner le système des bouches à feu réglementaires, sans toutefois modifier le tracé des rayures adopté en 1858, ni changer le montage des projectiles à ailettes; les autres avaient pour objet l'étude de nouveaux canons se chargeant par la culasse.

La question des poudres comprimées et à gros grains, ainsi que celle des fusées pour projectiles creux, qui, à cette époque, ont été mêlées tantôt aux uns tantôt aux autres de ces travaux, seront traitées à part.

Digitized by Google

La guerre est venue interrompre toutes ces études qui, pour la plupart, ont été reprises après la campagne, et c'est, en partie, grâce à elles qu'il a été possible à l'artillerie française de reconstituer aussi vite un matériel provisoire ne le cédant en rien aux bouches à feu étrangères, et de pouvoir, dans une période de temps relativement assez courte, mener à bonne fin l'étude des bouches à feu nouvelles.

ARTILLERIE MODÈLE 1858.

BOUCHES A FEU EN ÉTUDE DE 1860 A 1870.

Les premières études suivies, entreprises directement par l'artillerie de terre pour le rayage des bouches à feu et le tir des projectiles oblongs, ne datent que de 1850. Avant cette époque, il n'y avait eu que des tentatives individuelles et quelques essais isolés [1].

Elles ont eu pour point de départ les propositions du capitaine d'artillerie Tamisier, qui, membre de la Commission de tir de Vincennes, avait cherché à améliorer aussi le tir des bouches à feu, en leur appliquant les principes qui avaient conduit à des résultats si remarquables et si avantageux pour les armes portatives.

Les expériences, entreprises d'abord à Vincennes, furent continuées plus tard à La Fère. On se proposait alors la création d'une pièce rayée de campagne ; par mesure d'économie, on se servit, pour ces premiers essais, de canons de 6, qui n'étaient plus en service.

En 1854, les études sur l'artillerie de campagne furent provisoirement suspendues ; l'attention était, à ce moment, tout entière portée sur les pièces de siége. Les grands événements militaires de cette année et les commencements du siége de Sébastopol avaient fait vivement sentir la nécessité de pouvoir disposer d'une artillerie de siége plus

---

[1] Voir tome VIII du *Mémorial de l'artillerie*, p. 17.

Digitized by Google

puissante que l'artillerie alors en usage, tant par la justesse et l'étendue de son tir que par les effets de ses projectiles.

Une nouvelle Commission, établie à Calais, dut diriger ses essais spécialement en vue de l'application aux gros calibres des modifications essayées jusqu'alors avec succès pour les pièces de campagne. Les travaux furent menés rapidement, et déjà le Ministre avait ordonné le rayage immédiat d'un certain nombre de canons de 24, destinés à paraître sur le théâtre des opérations militaires, lorsque la paix fit suspendre ces préparatifs.

On reprit alors à loisir, en 1856, les expériences sur l'artillerie de campagne et de montagne. Le général de La Hitte, président du Comité, confia cette importante étude au commandant Treuille de Beaulieu, qui avait déjà, comme directeur de l'atelier de précision au dépôt central, coopéré à la réussite des premiers essais.

Les pièces, qui, cette fois, furent mises à la disposition de la Commission de La Fère, étaient d'un nouveau tracé et forées au calibre de $86^{mm},5$; il y en avait de deux sortes : un obusier de campagne, et un obusier de montagne. Les expériences conduisirent à leur adoption sous le nom de canon de *4 rayé de campagne modèle 1858* et *de canon de 4 rayé de montagne modèle 1859.*

Le *canon-obusier de 12 de campagne,* transformé à la même époque pour le tir des projectiles oblongs, avait pris, à la date du 11 mai 1859, la nouvelle dénomination de *canon-obusier de 12 rayé de réserve.* Il a reçu depuis, par décision ministérielle du 26 mars 1860, celle de *canon de 12 rayé de réserve,* et enfin, le 6 mars 1863, celle de *canon de 12 rayé de campagne.*

Les résultats obtenus pendant la campagne de 1859 ne permettant plus de mettre en doute la supériorité de l'artillerie rayée sur l'artillerie lisse, on dut songer à reprendre la question de l'introduction des pièces rayées dans l'armement des places et dans les équipages de siége.

Digitized by Google

On se demanda alors si l'augmentation de puissance que le rayage apportait à chaque calibre n'était pas suffisante pour que les calibres lisses les plus forts pussent être suppléés sans désavantage par des pièces rayées plus légères, d'un service et d'un transport plus faciles.

Canon de 12 rayé de siége. — A la suite des résultats remarquables obtenus dans les expériences sur le tir en brèche exécutées en 1857 contre le fort de Scarpe, à Douai, et en 1858 contre la redoute de Gravelles, près de Vincennes, il avait été déjà décidé que l'ancienne pièce de 12 de réserve serait transformée en canon rayé, prendrait la nouvelle dénomination de *canon de 12 rayé de siége* (11 mai 1859) et ferait dorénavant partie des équipages de siége; son ancien affût de campagne fut aussi un peu plus tard (6 mars 1863) classé dans le matériel de siége.

Canon de 12 rayé de place et canon de 24 rayé. — Afin d'éviter l'introduction d'une trop grande variété de calibres, le Comité proposa de ne rayer que les canons *de 12 de place et de 24*. Cet avis fut approuvé par le Ministre le 9 novembre 1860.

Le canon de 12 de place avait le grand avantage d'utiliser les mêmes projectiles que les canons de 12 de campagne et de siége, ce qui simplifiait beaucoup le service des approvisionnements dans les places. Mais les expériences comparatives de tir en brèche exécutées précédemment avec les canons rayés de 12 et les canons de 24 lisses avaient montré que, si les obus du calibre de 12 avaient une solidité et une puissance suffisantes pour faire brèche même dans une maçonnerie offrant une grande résistance, ils laissaient beaucoup à désirer sous le rapport des effets produits par l'explosion de la charge intérieure et n'étaient pas assez efficaces pour bouleverser les parapets ou détruire les épaulements en terre des batteries de siége.

Le canon rayé de 24, utilisé surtout pour l'armement des places, et exceptionnellement employé dans les siéges, devait suppléer à l'insuffisance du calibre de 12.

Digitized by Google

Dans l'obus de 24, beaucoup plus gros que celui de 12, on pouvait en effet ménager un vide d'une plus grande capacité, susceptible de contenir une charge d'éclatement notablement plus forte.

Un obus oblong du calibre de 16, établi dans les mêmes conditions que ceux de 12 et de 24, ne pouvait contenir que 100 grammes de poudre de plus que l'obus de 12 et, par conséquent, ne donnait pas par son explosion de bien meilleurs résultats; sa puissance était peu supérieure à celle du 12, comme l'avait prouvé le tir contre les maçonneries du fort de Scarpe, exécuté avec des canons de 12 et 16 rayés, et bien inférieure à celle du 24. En transformant les pièces de 16, on n'aurait donc fait que compliquer inutilement le nouveau système de bouches à feu; aussi furent-elles maintenues en service comme pièces lisses, susceptibles de rendre encore de bons services dans les limites où leur action était efficace.

Les obusiers de 22c et de 16c ainsi que les mortiers furent conservés sans modifications.

La Commission des canons rayés, établie d'abord à La Fère et ensuite au camp de Châlons, fut chargée de poursuivre sans retard les expériences sur le rayage des pièces de 12 de place et de 24.

Ces expériences portèrent sur :

1° La forme à donner aux rayures;

2° Le mode de chargement de la bouche à feu, avec ou sans bouchon;

3° La durée probable des bouches à feu.

Le rayage de ces bouches à feu fut décidé en principe le 5 décembre 1861, mais ce fut seulement le 4 avril 1864 que le Ministre décida que l'on procéderait définitivement au rayage des canons de 24 à âme lisse, et le 27 février 1865 à celui des canons de 12 de place.

Pour ces derniers, la rayure était exactement la même que pour les canons de 12 de campagne et de siége; le profil de la rayure du canon de 24 était un peu différent

Digitized by Google

de celui que l'on avait adopté jusque-là pour les autres calibres; le flanc directeur était incliné de 80°, au lieu de 70°, sur le rayon (10° sur la tangente).

Le bouchon de foin qu'on avait placé primitivement entre la charge et le projectile, était supprimé; le projectile devait être enfoncé avec précaution jusqu'à ce qu'il se trouvât arrêté, c'est-à-dire jusqu'à ce que, l'ailette inférieure s'avançant sur le raccordement de sa rayure, l'ailette supérieure vînt buter contre le raccordement de la rayure opposée.

La longueur de la chambre, restée lisse, avait été calculée par le colonel Treuille de Beaulieu de manière à ménager, entre la charge et le projectile ainsi placé, un vide qui avait l'avantage, en diminuant la densité de chargement, d'augmenter la justesse du tir et de mieux assurer la conservation de la bouche à feu.

Essais d'un canon de 50. — Pendant que l'on complétait ainsi le système des canons de campagne, siége et place modèle 1858, on s'était aussi préoccupé de la recherche d'une bouche à feu joignant à une mobilité suffisante une puissance assez grande pour remplacer les mortiers ou tout au moins les suppléer dans certaines circonstances.

Dès 1861, les études faites sur un obusier en fonte de 22^{c} rayé, destiné à remplacer sur les côtes et, exceptionnellement, dans les places, le mortier de 32^{c}, avaient porté le Comité de l'artillerie à penser que le mortier de 27^{c} pourrait aussi être avantageusement suppléé, dans les siéges, par un canon de 50.

Par raison d'économie, on prit un ancien canon de 24 lisse, qu'on alésa au calibre de 50 (19^{c}), et dont on réduisit la longueur d'âme à 2 mètres.

La bouche à feu ainsi transformée ne pesa plus que 2000 kil. Son projectile, du poids de 50 à 52 kil., devait contenir une charge de poudre de 3^{k},5.

A la suite des expériences préliminaires, exécutées à

Digitized by Google

l'École d'artillerie de Versailles par une Commission spéciale, en septembre et octobre 1862, le Comité reconnut que cette pièce était très-supérieure aux mortiers de gros calibres, tant au point de vue de la justesse et de la puissance de ses effets, qu'au point de vue de la mobilité et de la facilité de la manœuvre. Afin de poursuivre l'étude de cette nouvelle bouche à feu, le Ministre, sur la demande du Comité, donna l'ordre à la fonderie de Strasbourg de couler 3 canons neufs de 50.

Canon de 24 de siége. — De même, ces expériences firent penser que l'on pourrait alléger notablement la pièce de 24 rayée et réduire sa longueur, sans rien perdre de sa puissance, au moins dans le tir à charge réduite. Sur la demande du Comité, le Ministre mit donc aussi en commande, à la fonderie de Douai, le 24 novembre 1862, 3 canons de 24 courts, n'ayant que 2 mètres de longueur d'âme et du poids de 2 000 kil.

Le tracé de ces nouvelles bouches à feu de 50 et de 24 avait été établi, sur la proposition du colonel Treuille de Beaulieu, d'après les études faites par lui; non-seulement elles différaient de l'ancienne pièce de 24 par leur longueur moindre et leur poids plus faible, mais elles présentaient en outre des dispositions nouvelles. Au lieu de prépondérance à la culasse, elles avaient du côté de la volée un excédant de poids tel que, la charge et le projectile étant introduits dans l'âme, la pièce se trouvait en équilibre autour de l'axe de ses tourillons. Ceux-ci étaient d'un très-fort diamètre; leur frottement dans les encastrements suffisait donc pour assurer la stabilité de la pièce dans toutes les positions, tout en lui conservant assez de mobilité pour permettre de la pointer en agissant sur le bouton de culasse, sans avoir recours à une vis de pointage.

L'affût, qui était métallique, permettait le tir sous les plus grands angles.

Les nouvelles bouches à feu furent employées dans les expériences du fort Liédot, exécutées à l'île d'Aix en 1863-

Digitized by Google

1864; on s'en servit surtout pour le tir sous de grands angles contre des abris blindés et des voûtes en maçonnerie, comparativement avec le mortier de 32c.

La Commission reconnut promptement qu'il y avait lieu de renoncer, dans cette série d'essais, au 24 rayé, en raison de l'insuffisance des effets de son projectile.

Les expériences comparatives portèrent donc principalement sur le mortier de 32c et le canon rayé de 50.

L'obus de 50 était bien supérieur comme justesse à la la bombe de 32c; mais ses effets explosifs étaient insuffisants. En définitive, il présentait peu de supériorité sur celui de 24; il n'y avait donc pas lieu, à la suite de ces essais, d'adopter une nouvelle pièce du calibre de 50.

Quant au canon de 24 court, plus léger et plus mobile que le 24 long, il était susceptible de rendre de bons services dans la guerre de siége, principalement dans le tir de démolition, comme l'avaient prouvé les expériences de tir en brèche du fort Liédot; il n'avait pas, du reste, l'inconvénient de compliquer les approvisionnements, puisqu'il tirait des projectiles déjà en service; aussi son adoption définitive fut-elle décidée le 4 juin 1864.

Les dénominations à donner aux deux bouches à feu rayées de 24 furent fixées par le Ministre le 23 avril 1867; le canon de 24 long rayé reçut le nom de : *canon de 24 rayé de place;* le canon de 24 court rayé celui de : *canon de 24 rayé de siége.*

Essais d'un obusier-mortier de 80. — L'étude d'une nouvelle bouche à feu capable de remplacer les mortiers existants fut encore reprise en 1865. Les essais faits à l'École de Versailles en 1863, avec l'obusier de 22c de côte, en fonte, fretté, transformé au dépôt central en canon de 80, et lançant un projectile de 77 kil., avec une charge intérieure de 4 kil., avaient prouvé que cette bouche à feu, affectée principalement au tir sous de grands angles dans les batteries de côte et dans les places, pouvait remplacer avec avantage les mortiers de 32c en fonte et

Digitized by Google

en bronze. En substituant le bronze à la fonte on pouvait espérer augmenter la mobilité de la pièce sans rien enlever à sa puissance, et obtenir ainsi une bouche à feu plus efficace que le canon de 50, dont les effets d'explosion n'avaient pas répondu à toutes les prévisions.

Pour les expériences préliminaires on se servit encore d'un canon de 24 à âme lisse, qui avait été coupé et foré au calibre de 80 (22^{c}). Il présentait à peu près les mêmes dispositions particulières que les canons de 50 et de 24.

Deux projectiles différents furent essayés, en août 1865, à l'École d'artillerie de Versailles : le premier pesait 39 kil. et avait la forme d'un cylindre terminé aux extrémités par des calottes sphériques; le second était de forme oblongue et du poids de 77 kil. Le projectile le plus lourd, qui avait donné les meilleurs résultats, fut seul employé, lorsqu'on reprit les expériences au mois d'octobre de la même année.

Les résultats obtenus firent penser au Comité que l'on pourrait établir une bouche à feu et un affût réunissant les conditions de solidité et d'élasticité suffisantes pour supporter le tir des projectiles oblongs de gros calibre.

On fit donc construire une bouche à feu neuve du calibre de 80, afin de pouvoir l'expérimenter comparativement avec le mortier de 32^{c}.

Ce nouvel obusier-mortier rayé de 80, *la Bombarde*, fut expérimenté au camp de Châlons en 1868.

Il était en bronze, du calibre de 223^{mm},3, et avait une longueur d'âme de 1^{m},550 (6,94 calibres).

La longueur totale de la bouche à feu était de 1^{m},947, son poids de 2093 kil.

Les rayures héliçoïdales, au pas de 6 mètres, avaient le même profil que celles du 24. Comme la précédente, cette bouche à feu présentait les mêmes dispositions particulières que les canons de 24 courts et de 50; chargée, elle était en équilibre sur ses tourillons.

On employa deux espèces de projectiles lestés au poids

Digitized by Google

de 77 kil., qui auraient pu contenir $5^k,500$ de poudre. Les uns, dits à culot plat, avaient la forme générale des projectiles oblongs des différents calibres déjà en service; les autres, dits projectiles symétriques, étaient terminés à leurs deux extrémités par une ogive identique à l'ogive antérieure des projectiles à culot plat.

Les résultats obtenus ne répondirent pas à ce que l'on espérait. Le poids de la bouche à feu était trop faible relativement à celui du projectile; les réactions de la pièce sur son affût étaient beaucoup trop considérables pour que celui-ci pût résister.

D'après un avis émis par le Comité, le Ministre décida qu'il serait fait un nouveau projet d'obusier-mortier de 80, remplissant les conditions suivantes : réduction du poids du projectile à 60 kil. environ, augmentation du poids de la bouche à feu jusqu'à 2800 ou 3000 kil.

Le projet de la nouvelle bouche à feu fut établi au Dépôt central, conformément à ces prescriptions, mais il ne fut point exécuté.

Essais de rayage des mortiers. — Pendant que l'on poursuivait ainsi l'étude d'une bouche à feu rayée, d'assez gros calibre pour pouvoir lancer des projectiles creux susceptibles de produire les mêmes effets que les bombes de 27^c et 32^c, on avait aussi fait, depuis 1863, quelques recherches dans le but de reconnaître s'il serait avantageux de transformer les mortiers lisses existants en bouches à feu rayées lançant des projectiles oblongs.

Un mortier de 32^c, rayé d'après une proposition du colonel Treuille de Beaulieu, fut tiré au mois d'octobre 1864, comparativement avec un mortier lisse de 32^c, à l'École d'artillerie de Versailles. La bombe, formée d'une partie cylindrique, de faible hauteur, terminée par deux calottes sphériques, pesait 97 kil.

L'expérience montra que pour des charges inférieures à 3 kil. correspondant à des portées de moins de 1500 mètres, la justesse du tir du mortier rayé était plus

Digitized by Google

grande que celle du mortier ordinaire, mais qu'avec des charges supérieures, le mortier rayé perdait rapidement sa justesse. De plus, pour atteindre des portées excédant 2000 mètres, il aurait fallu employer des charges auxquelles la bouche à feu et son projectile n'auraient pu résister.

Il ne fut donc pas donné suite à la proposition du colonel Treuille de Beaulieu.

Essais de rayage des obusiers. — Une Commission, instituée en 1867, avait été chargée de faire des expériences sur des projectiles sphériques, doubles et divisibles, munis d'ailettes, tirés dans les canons rayés de campagne réglementaires, conformément aux propositions de M. le général de division Forgeot. Ces projectiles jumelés avaient la propriété de se séparer avant leur sortie de l'âme; le nombre et la nature de leurs ricochets étaient tels, qu'on pouvait espérer que leur tir présenterait de sérieux avantages contre des troupes qui seraient à une distance moyenne de 900 à 1000 mètres. Le Comité jugea qu'il serait intéressant et utile d'étudier non-seulement le tir de ces projectiles sphériques doubles, mais aussi celui de projectiles sphériques simples munis d'ailettes. Les premiers essais de ce genre, faits en 1868 avec des canons-obusiers rayés du calibre de 12, montrèrent que la justesse du tir était bien supérieure à celle que l'on obtenait avec les pièces à âme lisse. On continua, en 1869, avec des obusiers de 16^{c} et 22^{c}, qui avaient été rayés à la fonderie de Bourges.

On ne trouva pas de différence sensible entre les ricochets des obusiers rayés et des obusiers lisses; mais l'expérience montra que si les obusiers rayés gagnaient comme justesse, ils perdaient comme portée. Il y avait donc lieu de se demander si cette augmentation de la justesse suffirait pour compenser la dépense occasionnée par le rayage des bouches à feu et par la pose des ailettes sur les projectiles; on pouvait du reste avec les obus oblongs de 12 et de 24 obtenir, à peu près, les mêmes effets qu'avec les obus sphériques de 16^{c} et de 22^{c}.

Digitized by Google

Le Comité fut donc d'avis de ne pas continuer les études sur le rayage des obusiers lisses, mais de reprendre celles sur les mortiers. L'amélioration de la justesse du tir de ces bouches à feu était, en effet, une chose bien précieuse à obtenir, car aucun des projectiles oblongs réglementaires ne pouvait produire les effets destructeurs des bombes de gros calibre.

L'insuccès des premiers essais, tentés dans cette voie, provenait surtout de ce que l'allongement du projectile en augmentait notablement le poids. On espérait éviter cet inconvénient en conservant l'ancienne bombe sphérique, à laquelle on se serait contenté d'ajouter des ailettes.

La guerre vint alors interrompre tous ces travaux, qui depuis n'ont point été repris, comme ne pouvant aboutir à aucun résultat satisfaisant.

Canons de 8 de campagne. — Lors de l'adoption du canon de 4 de campagne modèle 1858, on avait espéré que cette bouche à feu, qui présentait de si grands avantages au point de vue de la mobilité, aurait assez de puissance pour suffire comme pièce de campagne.

On avait donc laissé de côté les anciennes pièces lisses de 8 et l'on s'était contenté de rayer un certain nombre de canons-obusiers de 12 destinés à entrer, comme pièces de réserve ou de position, dans les équipages de campagne et de siége.

Une plus longue expérience ayant montré que le calibre de 4 était un peu faible pour satisfaire à toutes les exigences du champ de bataille, on avait été amené à augmenter la proportion des canons de 12 entrant dans les équipages de campagne. On songea alors à utiliser la grande quantité de pièces de 8 existant dans les arsenaux, en les tranformant en canons rayés. Ces pièces de 8, plus légères que celles de 12, et plus puissantes que celles de 4, avaient l'avantage, tout en utilisant le même matériel que le 12, de permettre le transport dans les coffres d'un plus grand nombre de charges et de projectiles.

Digitized by Google

Les premières études furent commencées en 1867, et elles étaient complétement terminées à la fin de 1868; le canon de 8 rayé de campagne fut adopté définitivement le 22 janvier 1869.

Comme on le sait, les canons de 8, au lieu de n'avoir qu'une seule rayure rétrécie, en ont deux, la rayure inférieure et la rayure supérieure; leur profil est le même que pour les calibres de 4 et de 12.

Dans tous les canons de 8, livrés jusqu'au 1er août 1870, les hausses latérales et médianes étaient inclinées à $\frac{8}{100}$ sur le plan de tir. Des expériences, exécutées après l'achèvement de ces bouches à feu, ayant fait reconnaître que l'inclinaison de $\frac{7}{100}$ corrigeait mieux la dérivation jusqu'à la distance de 2 700 mètres environ, cette inclinaison a été donnée au canal de hausse de tous les canons de 8 rayés qui ont été mis en service depuis cette époque. Bien que cette différence d'inclinaison eût peu d'importance et qu'on pût employer sans inconvénient les mêmes instruments de pointage, on a eu soin d'inscrire la valeur de l'inclinaison sur la bride de hausse pour toutes les pièces mises en service avant le mois d'août 1870.

EXPÉRIENCES FAITES DE 1860 A 1870

POUR PERFECTIONNER LES BOUCHES A FEU DU MODÈLE 1858.

En même temps que l'on poursuivait les expériences ayant pour but de compléter le matériel d'artillerie rayé se chargeant par la bouche, nouvellement adopté, on se demandait déjà s'il ne serait pas possible d'en accroître encore la valeur en y apportant quelques perfectionnements de détail.

Dans une lettre adressée au Ministre au mois de juin 1866, et insérée en tête du tome VIII du *Mémorial de l'artillerie,* le président du Comité invitait les officiers de l'armée à rechercher les moyens d'accroître la tension des trajectoires et d'augmenter la résistance des bouches à feu.

Digitized by Google

Les principales études qui furent faites alors dans cet ordre d'idées, ont porté :

1° Sur la recherche de la meilleure forme à donner aux projectiles;

2° Sur la suppression du vent du projectile;

3° Sur la substitution de l'acier au bronze comme métal à canon ou son emploi pour le tubage des bouches à feu en bronze.

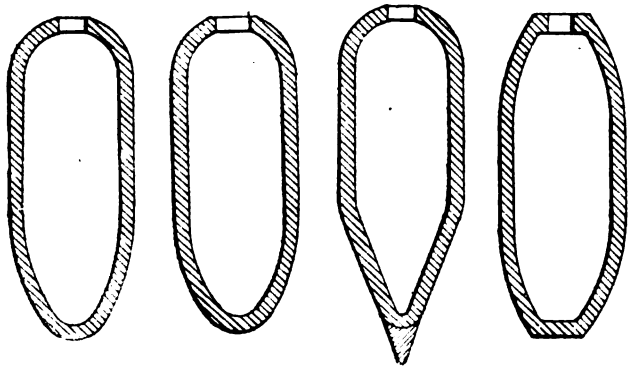
Projectiles ovoïdes et symétriques. — 1° *Première étude des projectiles ovoïdes et symétriques, par la Commission du camp de Châlons.* — Les premières études faites sur les projectiles ovoïdes et symétriques remontent à l'année 1863. La Commission permanente du camp de Châlons, dans son rapport sur les résultats du tir exécuté avec des obus ordinaires chargés en guerre contre des batteries de 1re période, avait fait remarquer que les effets d'explosion n'étaient pas en rapport avec la justesse du tir. La Commission avait conclu que ces projectiles ne contenaient pas assez de poudre et qu'il y aurait avantage à augmenter leur capacité en donnant au culot une forme bombée. La Commission fut même amenée à penser que, non-seulement cette modification serait avantageuse au point de vue des effets explosifs, mais encore qu'elle améliorerait les conditions balistiques des projectiles (1).

Des essais faits avec des projectiles de 24, de 12 et de 4 auxquels on avait adapté des sabots de bois, en forme d'ogive, confirmèrent ces prévisions, et, dans le courant du mois d'août 1863, la Commission fut autorisée à faire fabriquer des projectiles de 4 de différentes formes pour étudier ce calibre dans une série régulière d'expériences.

(1) Le tir de deux canons du système Whitworth, entrepris à l'École de Versailles et continué à l'École de La Fère en 1861, avait déjà fait connaître que les projectiles Whitworth, de forme particulière, n'étaient soumis que d'une manière insensible aux phénomènes de la dérivation, et avaient des portées remarquables. Aussi en 1862 le Comité avait-il demandé que ces projectiles servissent à l'étude générale des lois de la dérivation. Quelques expériences furent faites la même année à La Fère, mais les études ne furent pas continuées, on se proposait de les reprendre avec celles relatives au canon de 50.

Digitized by Google

Ces expériences, terminées seulement au mois de décembre 1864, mirent en évidence l'avantage incontestable



de la forme allongée, soit ovoïde, le gros bout en avant, soit symétrique, et la Commission formula dans son rapport l'opinion que de nouvelles études devaient conduire à trouver un projectile *marchant régulièrement sans dérivation et ayant une trajectoire plus tendue que celle des projectiles à culot plat.*

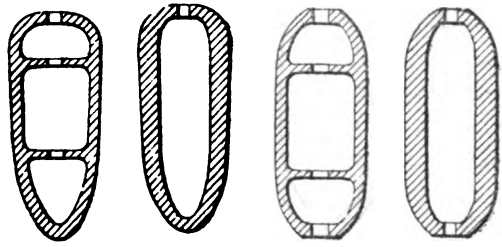
Le Comité trouva ces résultats intéressants et, dans sa séance du 25 février 1865, émit l'avis que les expériences sur les projectiles ovoïdes devaient être continuées avec le calibre de 12.

La Commission présenta un nouveau programme d'expériences, qui fut approuvé par le Comité le 29 mai 1865. Prenant pour point de départ les résultats déjà connus, elle proposa de rechercher sur des *projectiles d'étude* l'influence de la répartition de la masse et celle de la position du centre de gravité sur la trajectoire des projectiles. Ces expériences préliminaires devaient permettre d'arrêter d'une manière plus sûre les conditions du tracé des *projectiles de service* qu'on essaierait ensuite.

La Commission proposait 4 modèles de projectiles, ayant deux à deux la même forme extérieure, mais différant par le tracé intérieur.

Digitized by Google

L'un avait ses parois latérales aussi minces que possible, et des étranglements, ménagés à l'intérieur, permettaient de lester le projectile au moyen de plomb ou de zinc fondu ; l'autre projectile, au contraire, avait ses parois latérales les plus épaisses possible.



La Commission rendit compte de ses recherches dans un rapport qui fut examiné par le Comité le 23 avril 1866.

L'expérience avait fait voir que :

1° Les projectiles de forme ovoïde ou symétrique à parois épaisses étaient préférables, sous le rapport de l'étendue de la portée et de la justesse du tir, aux projectiles à parois minces;

2° Les projectiles de forme ovoïde ou symétrique, ayant le centre de gravité au milieu ou en arrière, étaient supérieurs, sous le rapport de l'étendue des portées et de la justesse du tir, aux projectiles de même forme ayant le centre de gravité en avant.

Ces expériences, trop peu complètes, furent continuées, et un rapport d'ensemble, terminé en juin 1867, fut soumis à l'examen du Comité dans sa séance du 2 mars 1868.

Ce rapport renfermait toutes les notions qu'on possédait alors sur les qualités balistiques des projectiles ovoïdes et symétriques.

Les conclusions furent les mêmes que précédemment. On reconnut en outre que la dérivation, bien moindre que celle des projectiles ordinaires à culot plat, se produisait tantôt à droite, tantôt à gauche de la ligne de tir.

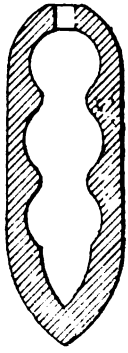
Digitized by Google

Enfin, l'examen des procès-verbaux de tir fit voir que la vitesse initiale correspondant à une même charge était toujours plus petite pour les projectiles ovoïdes et symétriques que pour les projectiles à culot plat, à poids égal. Il n'y avait là rien d'étonnant, puisque la densité de chargement était moindre pour les premiers que pour les seconds; mais, en revanche, les projectiles ovoïdes et symétriques conservaient mieux leur vitesse.

En terminant son rapport, la Commission demandait que les expériences fussent continuées, afin de déterminer, pour un projectile de poids donné, la proportion la plus avantageuse entre le poids de la poudre et le poids de la fonte.

Le Comité ne pensa pas que les avantages des projectiles ovoïdes et symétriques sur le projectile ordinaire fussent assez considérables pour justifier les modifications profondes qu'aurait nécessitées dans le matériel et surtout dans l'aménagement des coffres un changement de forme des projectiles.

Pendant la durée de ces expériences, qui avaient exclusivement pour objet l'étude des projectiles ovoïdes et symétriques, la commission de l'île d'Aix, une Commission de l'École d'artillerie de Versailles et la Commission de Châlons elle-même eurent à s'occuper incidemment de ces mêmes projectiles.



2° *Expériences faites par la Commission de l'île d'Aix.* — En vertu d'une autorisation ministérielle du 10 octobre 1864, la Commission d'expériences de l'île d'Aix essaya un projectile ovoïde destiné au canon de 24 rayé.

Le projectile vide, les ailettes en place, pesait en moyenne 30 kil. et pouvait contenir 1^{k},500 de poudre. On compara les effets produits par ce projectile et l'obus ordinaire, chargés et non chargés, contre les maçonneries, les terres rassises et les parapets.

Grâce à sa plus forte charge, l'obus ovoïde produisit

Digitized by Google

plus d'effet, mais la différence fut peu considérable; dans le tir contre les maçonneries, sa partie antérieure n'offrit pas assez de résistance; aussi les expériences ne furent-elles point continuées.

3° *Expériences faites par l'École de Versailles.* — Nous avons vu que, lors des premières études sur l'obusier-mortier de 80, faites au mois d'août 1865 par l'École de Versailles, on employa deux projectiles différents : l'un, ne pesant que 39 kil., avait la forme d'un cylindre terminé à ses deux extrémités par des calottes sphériques; l'autre, beaucoup plus lourd, était un projectile oblong de forme ordinaire.

Les portées du premier furent assez régulières, mais les écarts en direction considérables et irréguliers, et les pénétrations peu satisfaisantes. Aussi, lorsqu'on reprit les expériences au mois d'octobre, le projectile de forme ordinaire fut seul employé.

4° *Expériences faites à Châlons en 1867.* — Lorsque la Commission de Châlons fut saisie, en 1867, des études relatives à l'obusier-mortier de 80, elle employa pour ses expériences, comme on a déjà eu occasion de le dire, deux projectiles différents, l'un de même forme que l'obus réglementaire de 24, l'autre de forme symétrique.

On obtint les mêmes résultats que précédemment : la vitesse du projectile ordinaire fut supérieure à celle du projectile symétrique, mais, celui-ci conservant mieux sa vitesse, les portées étaient plus fortes au delà de 1 300 mètres avec la même charge et le même angle; la dérivation du projectile symétrique était moitié moindre, les écarts en portée sensiblement les mêmes, mais ceux en direction beaucoup plus faibles pour les projectiles symétriques; en revanche, les pénétrations étaient un peu supérieures pour le projectile à culot plat.

La Commission, frappée de la supériorité de l'obus symétrique, avait demandé à continuer les expériences avec cette espèce de projectiles seulement, et cette demande avait été approuvée par le Comité.

Digitized by Google

Résumé. — De toutes ces expériences, exécutées de 1863 à 1868, il résulte que la supériorité des projectiles ovoïdes et symétriques s'est manifestée surtout aux grandes distances : ils avaient alors plus de portée, plus de justesse et moins de dérivation.

Mais on leur reprochait :

1° D'avoir une vitesse initiale moins grande que celle des projectiles ordinaires, surtout dans les bouches à feu à âme courte;

2° D'avoir une dérivation, plus faible il est vrai, mais se produisant tantôt à droite, tantôt à gauche de la ligne de tir, et, par suite, difficile à corriger par le pointage;

3° De ne pouvoir, comme ceux à culot plat, être placés debout; lorsqu'ils étaient couchés, le sable, s'attachait aux ailettes, et pouvait ensuite entraîner, dans le tir, la dégradation des rayures de la bouche à feu;

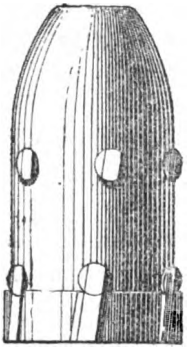
4° D'obliger, si on les adoptait, à perdre des approvisionnements considérables et à modifier l'aménagement de tous les coffres et caisses blanches pour le transport des nouveaux projectiles.

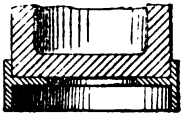
Cette dernière considération, fort importante lorsqu'il s'agissait de bouches à feu déjà en service, n'avait plus la même valeur lorsqu'il était question d'adopter un projectile pour de nouvelles bouches à feu comme les obusiers-mortiers ou les canons se chargeant par la culasse. La question des projectiles ovoïdes et symétriques, restée en suspens par suite de la déclaration de guerre, fut reprise en 1872, sur la demande du colonel Olry; il en sera rendu compte dans l'étude des canons du système Olry.

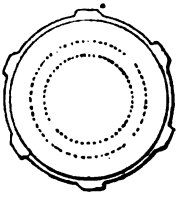
Projectiles avec sabots en carton embouti. — De 1863 à 1866, MM. Blakeley et Vavasseur, fabricants de canons en Angleterre, et, avant eux, l'américain Parrott, avaient cherché à assurer le forcement complet du projectile, dans les bouches à feu rayées se chargeant par la bouche, en employant des projectiles munis d'un sabot expansif en cuivre.

Digitized by Google

En 1867, une Commission, instituée à l'École d'artillerie de Versailles, fut chargée d'exécuter quelques expériences préliminaires ayant pour but de faire connaître l'influence du chargement avec sabot de carton embouti, sur la portée, la justesse et la régularité du tir du canon de 4 rayé de campagne.







Ces sabots, placés à l'arrière de l'obus, devaient, par l'expansion qu'ils subissaient au moment du tir, supprimer le vent du projectile et les battements qui se produisaient au départ, surtout dans les pièces en mauvais état. Les sabots, cylindriques à l'extérieur, présentaient des nervures ayant la forme des rayures et échancrées du côté du projectile pour loger les ailettes de la couronne postérieure. Le carton était embouti intérieurement vers le milieu de la hauteur du sabot, de manière à former un épaulement sur lequel reposait le culot du projectile.

Les expériences permirent de constater qu'avec l'emploi des sabots en carton embouti on obtenait un accroissement de vitesse initiale de 20 à 25 mètres environ, une augmentation de portée d'une centaine de mètres aux grandes distances et une supériorité certaine dans la justesse du tir.

Mais le chargement était rendu plus irrégulier et plus difficile, quelquefois même impossible. Les sabots étaient gênants dans les coffres et nécessitaient un nouvel aménagement.

Avec les pièces en bon état, les avantages obtenus étaient moins sensibles et les inconvénients plus graves qu'avec des pièces déjà un peu dégradées par le tir.

Digitized by Google

Dans sa séance du 30 avril 1868, le Comité pensa que, malgré les inconvénients du sabot en carton, l'emploi de ce mode de chargement pour des pièces dégradées présentait des avantages assez sérieux pour qu'il y eût lieu de reprendre les expériences, en leur donnant plus de développement.

L'emploi du sabot pour les pièces de siége et de place ne devait pas, du reste, présenter au même degré les inconvénients signalés dans le service des pièces de campagne. Il y avait donc lieu de faire concourir à ces nouvelles expériences les pièces des calibres de 12 et de 24, de préférence, des pièces de place, dont le chargement présenterait plus de difficultés, par suite de la plus grande longueur d'âme, que celui des pièces de siége, et révélerait ainsi, dans toute leur gravité, les inconvénients que pouvait présenter l'usage de ces sabots.

Les nouvelles expériences faites par l'École de Versailles, de décembre 1868 à juin 1869, montrèrent, comme les précédentes, que l'emploi du sabot ralentissait le chargement surtout par les temps humides, s'opposait à l'inflammation des fusées fusantes réglementaires, et que, s'il avait quelques avantages dans les pièces dégradées au point de vue de la vitesse et de la justesse, il ne présentait que des inconvénients dans les pièces neuves.

En outre, par suite de l'adoption des sabots en carton, les approvisionnements eussent été beaucoup plus dispendieux à établir et trop difficiles à conserver en magasin. Aussi, le Comité, dans sa séance du 18 février 1870, fut d'avis qu'il n'y avait pas lieu de donner suite aux expériences sur le tir des projectiles avec sabot en carton embouti.

Emploi de l'acier. — En 1857, pendant le cours des expériences entreprises pour la création du nouveau système d'artillerie rayée, on avait eu l'occasion de constater les dégradations rapides occasionnées dans les pièces en bronze par le choc des projectiles. Aussi, avait-on, dès

Digitized by Google

cette époque, songé, pour obvier à ce grave inconvénient, à remplacer le bronze par l'acier fondu. Mais les résultats des expériences qui suivirent, et qui permirent d'atténuer en partie les dégradations des pièces en bronze, ainsi que l'incertitude où l'on se trouvait encore sur la valeur de l'acier fondu comme métal à canon, firent alors renoncer à cette idée (1).

Canons en acier. — Deux canons en acier fondu furent cependant tirés en 1864-1865, comparativement avec des canons réglementaires en bronze. L'un, du calibre de 4, l'*Auger*, avait été fondu à Rive-de-Gier en 1857, foré à Strasbourg en 1858 et rayé en 1859; l'autre, le *Laumière*, du calibre de 12, provenait des usines Krupp; livré en 1857, il avait été d'abord éprouvé comme canon lisse et ne fut rayé qu'en 1863. Les canons en acier se montrèrent supérieurs aux canons en bronze au point de vue de la conservation de l'âme et, par suite, de la régularité des effets du tir; mais leurs dégradations, consistant uniquement en érosions produites par l'écoulement des gaz, quoique moins considérables que celles des canons en bronze, prouvaient cependant que le métal n'était pas aussi résistant qu'on aurait pu l'espérer.

D'un autre côté, un canon de 4 en acier avait éclaté, en 1863, pendant les expériences de Gâvre. Il en fut de même, en 1864, des pièces de montagne fabriquées par le commandant d'artillerie de marine Alexandre, et d'un canon, du système Krupp, en essai au camp de Châlons.

On renonça donc à fabriquer les canons du modèle 1858 en acier fondu.

L'étude de l'acier, comme métal à canon, ne fut reprise que quelques années plus tard, lorsqu'il fut question de nouvelles bouches à feu se chargeant par la culasse, lançant un projectile forcé, et tirant à forte charge.

Canons tubés en acier. — Dès 1864 (2) un ingénieur amé-

(1) *Mémorial de l'Artillerie*, tome VIII, p. 87.
(2) *Mémorial de l'artillerie*, tome VIII, p. 129.

Digitized by Google

ricain, M. Claxton, proposa de renforcer l'âme des bouches à feu en bronze en plaçant dans l'intérieur du moule un cylindre creux en acier fondu.

On pouvait espérer que ce procédé, qui paraissait à la fois simple et peu coûteux, empêcherait l'usure rapide de l'âme, ou permettrait au moins d'utiliser les pièces hors de service. Enfin, les éclatements brusques, tant redoutés avec les pièces en acier fondu, ne devaient plus l'être avec des canons tubés en acier, le manchon en bronze devant arrêter les éclats.

Un premier essai fut tenté, en juin 1864, à la fonderie de Strasbourg, sur un canon de 4 hors de service, dont les parois furent dilatées par la chaleur. Au lieu d'employer un cylindre creux, on prit un cylindre plein. La pièce fut ensuite forée et rayée. Cette première tentative ayant donné de bons résultats, il fut décidé, en 1866, que l'on appliquerait le même procédé de réparation à des canons de 4 de campagne et de 12 de siége. On employa cette fois des cylindres pleins et des cylindres creux. Les canons ainsi transformés furent ensuite soumis, au camp de Châlons, à des épreuves de résistance et de justesse; ceux de 4 donnèrent d'excellents résultats, mais les essais sur les canons de 12 furent moins heureux.

De nouvelles expériences furent encore exécutées, en 1867, par l'École de Versailles sur plusieurs pièces des calibres de 4 et de 12. Les résultats furent à peu près les mêmes que précédemment.

Sur la proposition du Comité, le Ministre mit en commande, à la fonderie de Bourges [1], 24 canons de 4 rayés de campagne, tubés en acier, qui devaient être soumis à des épreuves de tir dans plusieurs écoles d'artillerie.

Douze de ces pièces avaient leur âme en acier doux; pour les douze autres, on employa de l'acier un peu plus

[1] Par suite de l'installation d'une nouvelle fonderie à Bourges, la fonderie de Strasbourg avait cessé sa fabrication le 31 décembre 1864, celle de Toulouse, le 31 décembre 1865, et celle de Douai, le 31 décembre 1867.

Digitized by Google

vif. Toutes se comportèrent bien dans le tir ; les expériences ne permirent pas de décider si, pour la confection des âmes en acier, il convenait d'adopter exclusivement l'acier doux, ou si l'on pouvait faire varier dans certaines limites la qualité du métal employé.

Chacune des bouches à feu supporta un tir de 1 500 coups sans subir aucune dégradation de nature à compromettre sa résistance. On constata de plus que, pendant toute la durée des expériences, la justesse de tir et les vitesses initiales n'éprouvaient aucune diminution appréciable.

A la suite de ces essais, le Ministre de la guerre, conformément à l'avis émis par le Comité de l'artillerie dans sa délibération du 21 juin 1869, admit en principe, le 31 août suivant, la transformation, en canons rayés à âme d'acier, des canons de 4 rayés de campagne hors de service.

La fonderie de Bourges fut chargée de continuer les études sur le tubage des canons de 12 rayés de siége, de 8 de campagne et de 4 de montagne.

Les bouches à feu rayées, tubées en acier, qui existaient au moment de la guerre furent utilisées pendant la campagne, de même que tout le matériel alors existant.

Depuis, la question du tubage en acier des bouches à feu en bronze ayant été mise de côté, ces pièces ont été peu à peu réformées.

(A suivre.)

Digitized by Google

LE

NOUVEAU MATÉRIEL DE CAMPAGNE

DE L'ARTILLERIE RUSSE

SYSTÈME DU COLONEL ENGELHARDT.

AFFUT, AVANT-TRAIN ET CAISSON.

Comme conséquence de la mise en service de canons de campagne à longue portée, la Russie vient de se décider à changer tout son matériel roulant de campagne. A la suite d'expériences sérieuses et très-concluantes, le nouvel affût proposé par le colonel Engelhardt (1), ainsi qu'un modèle d'avant-train et de caisson construits par le même officier supérieur, ont été adoptés pour le service des batteries de campagne. Les tables de construction de l'affût ont été approuvées le 28 janvier (9 février) 1878; 1 700 affûts, dont 1 200 pour le canon de 4 et 500 pour le canon de 9, avec le nombre correspondant de caissons et d'avant-trains, ont été immédiatement mis en commande, tant chez Krupp que dans les établissements de l'empire; la fabrication en est poussée avec la plus grande activité.

Affût (Pl. VIII). — L'affût ne diffère de celui dont la *Revue d'artillerie* a donné la description que par la substitution du caoutchouc au liége dans les divers organes élastiques qui entrent dans sa constitution, et par quelques modifications de détail dont l'expérience a fait reconnaître l'utilité; parmi ces dernières, la plus importante consiste dans le renforcement notable de la *béche de crosse;* portée

(1) *Revue d'artillerie*, tome X, août 1877, p. 409, Pl. XI.

Digitized by Google

à 45 millimètres d'épaisseur à la partie qui laboure le sol, cette pièce est aujourd'hui directement appliquée contre le bout de crosse, qui la soutient sur toute sa longueur et auquel elle est solidement fixée par trois boulons, dont deux en haut et un plus fort vers le milieu; sa saillie au-dessous de la crosse a, en outre, été réduite, comme le montre la figure 1.

Le tampon élastique (fig. 2) est maintenant formé de deux plaques rectangulaires de caoutchouc, *a*, dont les arêtes sont abattues pour prévenir les déchirures, et dont le centre présente un vide de même forme; sur les petits côtés, sont ménagés deux logements demi-circulaires pour le passage des boulons à tête percée, *h*. Entre les deux plaques, on place un diaphragme en tôle de fer, *d*, muni sur ses deux faces de rondelles-guides, *e*, rivées, qui s'emboîtent exactement dans le vide central des plaques; le chapeau de serrage *g* porte aussi une rondelle semblable; ces dispositions de rondelles-guides et de boulons à tête percée ont pour objet de maintenir les plaques de caoutchouc et d'en empêcher les déformations anormales sous les efforts violents qu'elles subissent. La compression totale du tampon est de 38 millimètres dans le tir du canon de 4 livres, et de 54 millimètres dans celui du canon de 9 livres à longue portée.

On peut s'étonner de voir le caoutchouc ainsi mis en œuvre dans un affût, car on sait que cette matière, telle du moins que nous la connaissons, se durcit aux basses températures et perd ainsi ses propriétés élastiques; mais le colonel Engelhardt a reconnu que si l'on a soin d'employer une matière première complétement pure et de lui faire subir une vulcanisation convenable, on obtient un caoutchouc parfaitement homogène et élastique dont les propriétés ne sont pas altérées par des températures inférieures même à 25° au-dessous de zéro; ce caoutchouc pur, pour lequel un brevet a été pris, est exclusivement employé dans la construction des affûts et voitures de campagne.

Digitized by Google

Des rondelles de caoutchouc, *m*, sont également placées aux extrémités de la traverse mobile *f*, entre le collier formé par le tirant *b* et l'écrou de serrage de la traverse, afin d'amortir les chocs latéraux qui peuvent se produire entre ces parties.

Enfin, une dernière rondelle se trouve engagée sur l'axe de l'arrêtoir du levier de pointage, entre l'arrêtoir et le levier, pour adoucir les secousses que reçoit ce dernier dans le tir : le levier est d'ailleurs notablement relevé, ce qui rend la position du pointeur-servant beaucoup moins fatigante ; il est de plus terminé par une traverse horizontale de 40 centimètres de long, sur laquelle ce dernier prend appui.

Les ressorts en liége qui supportaient les siéges d'affût ont été remplacés par des ressorts en caoutchouc (fig. 3) formés d'un simple cylindre creux, *a*, emboîté à chacune de ses extrémités sur le téton conique d'une virole spéciale en bronze, *b*, et traversé par le boulon *c* qui porte la tôle du siége *d* et passe librement dans les viroles et dans le support *f* monté sur l'essieu ou sur le tirant.

Sans revenir sur la description de l'affût, il semble intéressant de compléter les renseignements précédemment donnés par l'indication des principales dimensions des œuvres vives de ce nouveau type.

Les flasques en tôle emboutie de $6^{mm},5$ ont une longueur totale de $2^{m},30$, comptée suivant le bord inférieur, qui est rectiligne ; leur largeur, comptée normalement à ce bord, est de 368 millimètres en arrière des tourillons (maximum), de 241 millimètres à l'emplacement du système de pointage et de la glissière, et de 102 millimètres seulement au cintre de crosse (minimum). Le rebord, embouti sur le pourtour complet du flasque, a une largeur de 51 millimètres, qui se réduit progressivement à 38 millimètres au bout de crosse.

L'essieu en fer a une longueur totale de $1^{m},938$, dont $1^{m},067$ pour le corps d'essieu ; celui-ci présente vers son

Digitized by Google

milieu (fig. 4, Pl. IX) deux talons contre lesquels les flasques prennent appui. La largeur du corps est de 63^{mm},5; sa hauteur, qui varie de 76 millimètres à 79^{mm},5 entre l'épaulement et le talon, atteint 89 millimètres au milieu; la face supérieure est horizontale, et la surépaisseur aux talons est obtenue par une inclinaison convenable de la face inférieure entre ceux-ci et les épaulements. Les fusées ont un diamètre de 71^{mm},3 au gros bout et de 52^{mm},4 au petit bout, avec un carrossage de 8^{mm},3 sur leur longueur, qui est de 435^{mm},5.

L'axe de l'essieu est, au repos, à une distance de 792 millimètres de celui de la traverse mobile; les tirants qui réunissent ces deux pièces essentielles sont en fer plat de 60 millimètres de haut avec une épaisseur moyenne de 13 millimètres vers l'essieu, et de 16 millimètres vers la traverse; celle-ci est en acier, a une longueur totale de 457 millimètres, une largeur de 51 millimètres et une hauteur de 38 millimètres; cette dernière dimension est aussi celle de ses extrémités taraudées.

La tige des boulons à tête percée qui travaillent par traction directe n'a qu'un diamètre de 28^{mm},5; leur tête, qui embrasse la traverse, a une largeur de 38 millimètres et une épaisseur de 16 millimètres. L'entretoise de flèche, qui donne appui au tampon, est en tôle de 12^{mm},5. Quant au tampon lui-même, dont la figure 2 indique les principales dimensions, chacune des deux plaques de caoutchouc qui le composent a une épaisseur de 63^{mm},5; le diaphragme est en tôle de 3 millimètres, et les rondelles-guides en tôle de 6^{mm},5.

Les ressorts pour les siéges d'affût ont une hauteur de 76 millimètres, un diamètre extérieur de 63^{mm},5 et un diamètre intérieur de 25^{mm},5.

Tous les écrous sont clavetés; la même disposition est appliquée à ceux de l'avant-train et du caisson.

Avant-train (Pl. VIII).—Le cadre de l'avant-train (fig. 6[2]), en forme d'écu, se compose de deux armons réunis en pointe

Digitized by Google

à la partie postérieure, et de la volée fixe qui constitue le devant de la voiture; l'entretoisement est en outre assuré par deux épars; toutes ces pièces sont en fort fer cornière, l'aile horizontale placée en haut; leurs assemblages sont consolidés par des équerres, et, pour éviter les flexions de la partie libre de la volée, les extrémités de cette dernière sont reliées aux armons, un peu en avant du premier épars, au moyen de tirants. La volée se termine par des marchepieds et porte quatre crochets d'attelage fixes, fermés chacun par une maille mobile; en son milieu se trouve la bride *t* dans laquelle s'engage le timon dont le têtard vient se placer entre deux oreilles, *t'*, portées par le premier épars, où il est maintenu par une chevillette-clef; le petit bout de celle-ci, articulé à charnière avec la tige, lui sert d'arrêtoir quand elle est en place.

A la pointe de l'écu, les armons sont réunis par deux plaques d'assemblage, l'une de dessus et l'autre de dessous, sur lesquelles est boulonnée la cheville ouvrière; la plaque de dessous est munie d'oreilles, *a*, par lesquelles elle est rivée aux armons, et le double écrou de la cheville ouvrière prend appui sur une rosette-piton, *b*, qui porte la chaîne d'embrélage (fig. 6[1]).

A droite et à gauche de la cheville ouvrière se trouvent deux poignées, *c*, qui servent probablement de point d'attache au système d'enrayage de l'avant-train, dont on ignore la disposition.

Le même essieu sert pour l'avant-train et le caisson (fig. 5, Pl. IX); le corps, de section rectangulaire, a 70 millimètres de haut et 51 millimètres de large; il se termine par de larges épaulements circulaires qui se logent dans une excavation correspondante ménagée au bouge du moyeu en bois des roues; celles-ci ont un diamètre de 1395 millimètres; elles sont maintenues en place par une rondelle à crochet de bout d'essieu et une esse à crampon fixée elle-même par une lanière à ressort en gros fil de fer. Les fusées, sauf une longueur un peu moindre, ont les

Digitized by Google

mêmes dimensions que celles de l'essieu d'affût; toutefois leur carrossage est porté à $9^{mm},3$.

A l'aplomb du cadre, l'essieu est armé de deux coulisses fixées par un rivet transversal et destinées à relier l'essieu aux ressorts de suspension ainsi qu'à servir de guides aux glissières qui portent le corps de la voiture. Celui-ci repose ainsi indirectement sur l'essieu, mais par l'intermédiaire de ressorts placés au-dessous de ce dernier; ce dispositif a pour objet d'atténuer les chocs et les trépidations produites dans les marches, et de retarder par conséquent la fatigue et l'usure que ces causes amènent si rapidement. La suspension de la voiture est obtenue de la manière suivante : chacun des armons est porté par deux supports d'armons triangulaires, *e*, en tôle de $6^{mm},5$, disposés à droite et à gauche de l'emplacement de l'essieu et laissant entre leurs côtés verticaux un vide suffisant pour le passage de celui-ci; ces mêmes côtés sont garnis intérieurement et extérieurement de solides bandes de renfort, *f*, formant glissières et entre lesquelles s'engage exactement la coulisse de l'essieu qui, pour prévenir les déplacements latéraux, les embrasse par les oreilles dont elle est munie; les bandes de renfort extérieures se terminent chacune par une partie filetée sur laquelle se boulonne solidement une bride d'essieu, *g*, de forme hexagonale allongée, présentant des oreilles entre lesquelles sont maintenus les supports d'armon; des contrefiches, *h* (fig. 6), partant du milieu de chacun des épars, relient ceux-ci au point inférieur des supports de leur côté et assurent le contreventement du système. La face inférieure de la bride d'essieu présente une gorge longitudinale formant une sorte d'articulation à genou par laquelle la bride prend appui sur un boudin correspondant en saillie sur la face supérieure de la boîte du ressort. Celui-ci (fig. 6^2) est en caoutchouc et affecte la forme de deux troncs de cône réunis par leur grande base; un anneau en fer, encastré à hauteur de cette base commune, est destiné à empêcher les

Digitized by Google

déformations anormales du ressort qui est traversé, suivant son axe, par le boulon de tirage, *i*, articulé à charnière sur le rivet inférieur de la coulisse d'essieu. Le ressort s'appuye en bas sur une rondelle munie d'un double téton conique en zinc et supporte le poids du cadre de la voiture par l'intermédiaire de l'étrier d'essieu et d'un couvercle en bronze, *j*, portant le boudin d'articulation sur sa face supérieure et un téton conique sur sa face inférieure; enfin un léger corps de boîte, fixé seulement à la partie supérieure, protége le caoutchouc contre les chocs accidentels extérieurs et les intempéries. Des rondelles de cuir, placées entre l'étrier et la coulisse d'essieu, ont pour objet d'amortir les chocs qui, dans les à-coup, pourraient se produire entre ces deux parties. On voit immédiatement comment, grâce aux dispositions qu'on vient d'étudier, tout le poids du cadre et de son chargement se trouve appliqué sur la tête du ressort et transmis par celui-ci à l'essieu, de façon que, les chocs et les trépidations mettant tout d'abord en jeu l'élasticité du ressort, les vibrations dangereuses sont remplacées par de petites oscillations verticales du corps de la voiture par rapport à l'essieu.

L'avant-train reçoit un coffre métallique rivé sur les épars, relié en outre à celui de devant par deux ranchets, *l*, et fixé enfin aux armons par deux ranchets des côtés, *m*, terminés à leur partie inférieure en forme de mailles auxquelles divers cordages placés sous la voiture sont fixés au moyen de courroies.

Le coffre, en tôle mince de $1^{mm},5$, est surmonté d'une galerie qui règne sur le derrière et les côtés. Les divers assemblages sont faits sans équerres, ni cornières, par de simples onglets rabattus des petits côtés sur le devant du coffre et, du fond, sur ces trois mêmes côtés, auxquels le couvercle est fixé par une disposition inverse. Un cadre en fer plat, sur lequel se rivent les ranchets des côtés, borde tout le tour du derrière du coffre, qui est complétement ouvert et présente seulement un montant du milieu

Digitized by Google

en forme d'U, qui reçoit les charnières verticales des portes des deux demi-coffres; ces portes sont renforcées par un cadre avec un rebord rabattu embrassant le petit côté du coffre, quand la porte est fermée, pour masquer le joint et empêcher l'introduction de l'eau dans l'intérieur; pour assurer la fermeture du coffre, chaque porte est munie d'un moraillon qui vient s'agrafer sur un tourniquet porté par le cadre du petit côté voisin. Dans le cas où le tourniquet viendrait à casser, la porte serait maintenue par une courroie passée dans les crampons *o*. On distingue en outre, sur le côté du coffre, une bride porte-hache, *n* (fig. 6); enfin deux pioches sont placées sur le couvercle du coffre d'avant-train de pièce, une contre chacun des petits côtés, le manche fixé par des courroies aux montants de la galerie.

Le coffre (fig. 6 et 6[4]) est partagé par le montant en U en deux demi-coffres laissant entre eux un espace vide précisément égal à la largeur du montant; chaque demi-coffre est ensuite divisé lui-même, au moyen d'équerres d'une construction spéciale, en six cases dans chacune desquelles peut se placer une caisse de chargement. Les coulisses du haut et du bas, *q* (fig. 6), qui servent uniquement de guides aux caisses pour les entrer et les sortir, sont formées d'une simple tôle de $1^{mm},5$ pliée en T (fig. 7) et rivées respectivement sur le fond et sous le couvercle du coffre. Les coulisses du milieu, *r*, qui supportent en même temps les caisses de la rangée supérieure, sont formées de deux équerres semblables accouplées par leur base, l'équerre supérieure s'agrafant simplement par ses bords sur l'équerre inférieure (fig. 8); à leurs deux extrémités, les équerres laissent entre elles le jeu nécessaire pour qu'on puisse les engager et les river d'une part sur l'arête d'une équerre simple longitudinale fixée contre le devant du coffre et, de l'autre part, sur une bande de support en forte tôle (fig. 9), fixée par ses oreilles à l'aplomb du derrière du coffre contre le petit côté et le montant en U. Les six

Digitized by Google

cases inférieures ainsi obtenues ont les dimensions nécessaires pour recevoir chacune une caisse à projectiles (fig. 13, pl. IX); les six cases supérieures, moins hautes, reçoivent les charges placées dans des sacs en cuir (fig. 14) munis intérieurement d'autant de gaînes cylindriques verticales qu'ils renferment de charges.

En avant du coffre, l'avant-train porte un coffret en bois fixé à chaque armon par deux ranchets, *u*, prolongés en bas en forme de grands crochets destinés à recevoir les courroies et cordages de rechange.

La partie inclinée du dessus du coffret est seule mobile et forme le couvercle, qui se ferme au moyen d'un moraillon et d'un tourniquet; elle sert en même temps de marchepied pour les servants assis sur le coffre et est à cet effet recouverte d'une feuille de tôle. Le coffret sert à loger divers outils et pièces de rechange; le coffret d'avant-train de pièce renferme en particulier la hausse, les instruments et une clef anglaise.

Les chevaux de devant, au lieu d'être attelés directement sur les traits de ceux de derrière, sont attelés à une volée mobile accrochée au bout du timon, renforcé à cet effet par une plaque de dessus, une plaque de dessous et une virole (fig. 10). Le crochet de volée est fermé par une maille mobile et fixé par une tige filetée qui fait corps avec lui et traverse de part en part le bout de timon et les deux plaques de renfort un peu en arrière de la virole : cette tige est munie, sous la semelle du crochet, d'une embase carrée qui empêche tout mouvement de torsion du système. Pour permettre aux chevaux de derrière de faire reculer la voiture, le bout du timon porte un grand anneau dans lequel sont passés deux anneaux plus petits armés chacun d'un crochet d'agrafe; le grand anneau est maintenu en place par un crampon et un piton dans lesquels il est engagé et qui sont respectivement fixés à la plaque de dessus et à la plaque de dessous du bout de timon.

Digitized by Google

Caisson (pl. IX). — Le corps de caisson, d'une construction tout à fait analogue à celle de l'avant-train, se compose de deux brancards réunis par trois épars, celui du milieu placé un peu en arrière de l'essieu, et d'une flèche formée de deux demi-flèches jumelées assemblées avec les épars.

Les assemblages des brancards avec les épars et de l'épars du milieu avec les demi-flèches sont assurés au moyen d'équerres; l'épars de devant, au contraire, entaillé pour le passage de la flèche, est assemblé avec elle au moyen d'une plaque de renfort d'épars, *a* (fig. 11[1]).

L'extrémité postérieure des brancards est maintenue par une bande d'écartement. La voiture est d'ailleurs suspendue sur l'essieu exactement comme l'avant-train, les contre-fiches partant des demi-flèches pour aller s'arc-bouter contre les supports de brancard.

La flèche se termine par un bout de flèche et une plaque de renfort de bout de flèche qui portent, pour le passage de la cheville ouvrière, une lunette en bronze semblable à celle de l'affût. Une poignée de flèche mobile, *b*, facilite les mouvements d'ôter et de remettre l'avant-train; le boulon qui lui sert d'axe passe librement dans un rouleau sur lequel vient s'appuyer la fourche *d* du marchepied; enfin le bout de flèche se termine par un crochet semblable aux crochets d'attelage, mais plus petit, dans lequel vient se fixer la maille de la chaîne d'embrélage quand le caisson est sur son avant-train.

Le marchepied est fixé sur deux supports de marchepied, *c*, mobiles autour de leur articulation avec la flèche près de l'épars de devant; il est en outre soutenu dans sa position par une fourche, *d*, montée à charnière, entre les oreilles que porte sa face inférieure et dont les branches, formant en quelque sorte ressort, embrassent solidement le boulon de poignée de flèche; en dégageant la fourche du boulon, on peut rabattre le marchepied sur la flèche de façon à pouvoir ouvrir le coffre.

Digitized by Google

La voiture porte huit crampons, *f*, dont deux sous chaque brancard, deux sous l'épars de devant et un de chaque côté de la flèche entre les deux épars, destinés au transport de l'outillage et en particulier du matériel de campement, marmites, etc.

Une grande bride, *h*, sous la queue du brancard gauche, reçoit un marteau de forge, dont le manche se fixe par une courroie à un crampon, *g*, placé sous la bande d'écartement en son milieu ; enfin les deux oreilles, *i*, avec leur chevillette et leur lanière à ressort, fixées sous la queue du brancard droit, reçoivent l'appareil élévateur, cric ou chevrette, employé pour le graissage des roues. A leur partie antérieure les brancards sont munis de marchepieds fixes en fer, pour permettre aux servants de monter facilement.

L'angle du tournant de la voiture est de 80 degrés.

Le caisson porte un coffre de construction entièrement analogue à celle du coffre d'avant-train, mais de capacité double, dont le centre de gravité se trouve sensiblement en avant de l'essieu ; il est soutenu et maintenu latéralement par des ranchets coudés, *j* (fig. 11), dont ceux de devant se terminent par de grands crochets qui reçoivent l'extrémité libre du système d'enrayage porté par l'avant-train. Le coffre est en outre fixé par des rivets au corps de la voiture, sur lequel il repose par l'intermédiaire de tasseaux en bois; une grande séparation du milieu à claire-voie le partage en coffre de devant et coffre de derrière.

Le coffre est plus court que celui de l'avant-train de toute la largeur du montant en U qui a été supprimé et remplacé par une simple tôle pliée sur elle-même (fig. 12), dont les extrémités supérieure et inférieure sont rabattues en forme d'équerre; le devant comme le derrière du coffre sont formés chacun d'une porte unique s'ouvrant autour d'une charnière horizontale inférieure et maintenue fermée par trois moraillons, dont deux, fixés sur la porte, s'agrafent sur les petits côtés, et un, fixé sur le couvercle, s'agrafe sur la porte elle-même.

Digitized by Google

Caisse à projectiles (fig. 13). — Les projectiles sont aménagés dans des caisses spéciales en tôle à claire-voie, destinées à faciliter les opérations du chargement et du déchargement, ainsi qu'à assurer la conservation dans les transports.

La caisse à projectiles, la même pour le coffre d'avant-train et celui de l'arrière-train du caisson, a la forme d'un parallélipipède très-allongé; elle est partagée en deux demi-caisses inégales, au moyen d'une séparation, *k*, dont tous les bords, pliés à angle droit sur la feuille, forment un cadre intermédiaire qui consolide la boîte; les angles des grandes faces sont en outre munis, non pas d'écharpes, mais bien d'équerres, *l*, qui en assurent l'invariabilité; l'écartement des petits côtés est réglé par deux bandes, *m*, en forme d'Y, par quatre tringles, *n*, dont deux du dessus et deux des côtés, et enfin par deux planches de fond, dont une dans chaque demi-caisse. Les godets porte-projectiles sont fixés sur les planches de fond au moyen de trois vis à bois chacun; chaque caisse en contient cinq pour le calibre de 4 et trois seulement pour le calibre de 9; les demi-caisses renferment respectivement trois et deux projectiles dans le premier cas, deux et un dans le second. La stabilité de ces derniers est assurée au moyen de tasseaux qui les embrassent à hauteur de la naissance de l'ogive et sont fixés aux traverses *n* des grandes faces; sur l'une de ces faces, cette traverse se compose de deux parties mobiles chacune autour d'une charnière portée par la séparation *k*; elles viennent s'agrafer sur le petit côté voisin, au moyen d'un simple petit tourniquet, *p*, qui s'engage dans la fente de l'extrémité coudée de la traverse; en dégageant le tourniquet, on peut facilement ouvrir la traverse et prendre alors les projectiles qui se trouvent dans la demi-caisse correspondante.

Les tasseaux portés par la traverse fixe sont entaillés convenablement pour recevoir les projectiles; ceux, au contraire, que porte la traverse mobile, sont plats et garnis

Digitized by Google

seulement de petits tampons élastiques aux points par lesquels ils appuyent sur les obus.

Les détails manquent sur la manière dont sont arrimés les charges et l'outillage, ainsi que sur la composition de celui-ci. On ignore également la nature, le nombre et la disposition des outils, armements, accessoires et rechanges portés par les voitures.

On doit seulement faire remarquer que les coffres ne contiennent qu'un approvisionnement très-restreint de munitions, savoir :

		CANON DE 4	CANON DE 9
Nombre des coups contenus dans le coffre	d'avant-train .	30	18
	de caisson . .	60	36
Soit en tout, pour la pièce suivie de son caisson.		120	72

Les données relatives à la mobilité du matériel de 4 sont les suivantes :

	CANON DE 4. — BATTERIES à cheval.	CANON DE 4. — BATTERIES montées.
Poids de l'affût sans roues	352k	352k
Poids des deux roues	139	139
Poids de l'affût complet avec la pièce et les armements	843	950
Poids de l'avant-train vide, sans roues ni coffre (sans coffres pour charges et obus) .	328	328
Poids du coffre vide	»	»
Poids de l'avant-train complet, chargé en guerre.	835	885
Poids du système complet de la pièce et de l'avant-train	1678	1835
Poids du système complet avec les servants montés (5 servants).	»	2244
Poids de l'arrière-train du caisson, sans roues ni coffre.	375	375

Digitized by Google

		CANON DE 4. — BATTERIES à cheval.	montées.
Poids de l'arrière-train complet, chargé en guerre		1163k	1228k
Poids du caisson complet		1998	2113
Poids du caisson complet avec les servants montés		»	2275
Poids traîné par un cheval.	Pièce (6 chevaux)	280	306
	Pièce avec les servants	»	374
	Caisson (6 chevaux)	341	357
	Caisson avec les servants	»	412
Caisson (4 chevaux)		512	536
Caisson avec 4 servants		»	618

A. JOUART,
Chef d'escadron d'artillerie,
Aide de camp du général de Fénelon.

Par décision impériale (1), les canons à grande portée des trois modèles suivants ont été adoptés pour l'artillerie de campagne russe :

1° *Artillerie montée.* — Canon du calibre de 4,2 pouces (106mm,7), destiné à remplacer l'ancien canon de 9 livres du même calibre. Cette nouvelle bouche à feu pèse 38 pouds (622k,48), c'est-à-dire le même poids que l'ancien canon de 9 livres. Elle tire un projectile de 30,5 livres (12k,495) à la charge de 5 livres (2k,048) de poudre à gros grains ; la vitesse initiale est de 1 300 pieds (396m,24), tandis que l'obus de l'ancien canon de 9 livres ne pèse que 28 livres (11k,466) et sa vitesse initiale n'est que de 950 pieds (289m,54).

2° *Artillerie montée.* — Canon du calibre de 3,42 pouces (86mm,9), destiné à remplacer l'ancien canon de 4 livres du même calibre. Cette nouvelle bouche à feu pèse 27 pouds (442k,28), tandis que le poids de l'ancien canon de 4 livres était de 21 pouds (344 kil.). Elle tire un projectile de 16,5 livres (6k,757) à la charge de 3 livres 40 zolotniks (1k,4) de poudre à gros grains ; la vitesse initiale est de 1450 pieds (441m,9). L'obus de l'ancien canon de

(1) Ordre du Ministre de la guerre, de Russie, en date du 23 mai 1878.

Digitized by Google

4 livres ne pèse que 14 livres ($5^k,733$) et la vitesse initiale n'est que de 1 000 pieds environ ($304^m,8$).

3° *Artillerie à cheval.* — Canon du même calibre que le précédent, avec le même projectile et la même charge de tir, mais moins long et ne pesant, par suite que 22 pouds ($360^k,38$) ; la vitesse initiale est d'environ 1 350 pieds ($411^m,4$).

En adoptant ce nouveau matériel pour l'artillerie de campagne, il a été reconnu nécessaire de faire disparaître les dénominations précédemment en usage, d'après lesquelles on désignait les canons de campagne par le poids du boulet sphérique correspondant à leur calibre, et de leur substituer les suivantes :

1° Le canon du calibre de 4,2 pouces sera dénommé *canon de batterie;* celui du calibre de 3,42 pouces de l'artillerie montée, *canon léger;* enfin celui du même calibre de l'artillerie à cheval, *canon d'artillerie à cheval.*

2° Les projectiles et les charges du canon de batterie seront dénommés *projectiles et charges de batterie;* ceux des canons légers et d'artillerie à cheval, *projectiles légers et charges légères.*

3° Les affûts seront également dénommés : *affûts de batterie, affûts légers* et *affûts d'artillerie à cheval.* (L'affût d'artillerie à cheval se distingue de l'affût léger par l'absence de siéges pour les servants.)

(*Revue militaire de l'étranger.* — Extrait de l'*Invalide russe.*)

Digitized by Google

TIR DES SHRAPNELS [1]

Par le major S. J. NICHOLSON. (R. H. A.)

[*Fin*] [2].

Le mode d'emploi du shrapnel dépend de la nature du but et de la distance. On l'examinera successivement à ces deux points de vue.

I. — Tir à shrapnels suivant la nature du but.

Les trois armes présentent au tir de l'artillerie des buts très-différents. La cavalerie et l'artillerie (quand les hommes sont encore à cheval) offrent une plus grande hauteur que l'infanterie. Les formations varient pour les trois armes suivant les phases de la lutte et constituent des objectifs de tir très-divers. Il convient donc d'étudier l'emploi du shrapnel contre chaque arme séparée.

§ 1. — La cavalerie ne s'exposant en masses immobiles qu'aux grandes distances, on ne pourra employer contre elle que le shrapnel percutant, les fusées à temps ne dépassant pas la limite de 3000 yards (2743 mètres).

Aux distances ordinaires ou rapprochées, la cavalerie en masses se présentera généralement aux allures rapides qui ne permettront pas l'emploi des fusées à temps. Le shrapnel percutant sera donc très-souvent le seul utilisable. C'est avec ce projectile qu'une batterie devra rece-

(1) Extrait des *Proceedings of the Royal Artillery Institution*, n° 2, vol. X (décembre 1877).

(2) Voir *Revue d'artillerie*, tome XII, page 121, mai 1878.

Digitized by Google

voir une troupe de cavalerie essayant de la prendre par une brusque attaque de flanc, car, alors, les moments étant précieux, ce shrapnel sera le seul possible ; la distance étant courte et le terrain nécessairement favorable, il aura une grande efficacité. Inutile d'ajouter que la mitraille devra le remplacer dès que la distance le permettra.

Le shrapnel percutant étant toujours prêt pour le tir, sera d'un emploi naturellement indiqué lorsqu'il s'agira d'atteindre par surprise de petits groupes de cavaliers, tels que l'état-major d'un général, à la condition toutefois que la distance, généralement considérable en pareil cas, soit bien exactement connue.

Dans tous les autres cas, le shrapnel à temps, donnant des résultats bien meilleurs que le shrapnel percutant, devra être tiré de préférence quand la portée, le savoir-faire des canonniers et le temps disponible permettront de l'employer.

§ 2. En attaquant de l'artillerie, on peut se proposer soit de la contre-battre, soit de gêner ses mouvements. On arrive à ce résultat en causant de grandes pertes, dans le premier cas, parmi les servants, dans le deuxième, parmi les attelages. Il n'est pas besoin d'insister sur ce qu'il y a d'impraticable dans l'idée, préconisée anciennement, de paralyser une batterie en endommageant son matériel avec des obus ordinaires. L'expérience de la guerre franco-allemande, ainsi que les résultats des tirs de Okehampton, montrent combien ce dommage est insignifiant, même sous un feu très-meurtrier. Il faut donc recourir au shrapnel.

Si l'on se propose de faire cesser le feu d'une batterie en action, le projectile le plus efficace est sans contredit le shrapnel à temps. Quand la direction du feu est perpendiculaire au front de la batterie, non-seulement les servants, mais tous les points en arrière des pièces sont couverts de balles et d'éclats, de sorte que le service de l'approvisionnement des munitions devient dangereux.

Digitized by Google

En outre, si la batterie adoptait la formation prescrite par le règlement, les avant-trains recevraient la plupart des balles qui auraient dépassé les pièces, à moins de se retirer très-loin en arrière ou de trouver un couvert sérieux. Quand il est possible d'atteindre la batterie d'enfilade, cas qui se présente bien rarement, on a l'avantage de couvrir plusieurs pelotons de servants avec le cône de dispersion ; en revanche, la plus grande partie et même la totalité de l'effet sur les avant-trains est alors perdue.

S'il s'agit de gêner les mouvements d'une batterie en marche, on doit concentrer tout le feu sur les avant-trains. Les expériences de Okehampton ont montré jusqu'à l'évidence que le shrapnel percutant ne réalise dans ce cas aucun résultat sérieux. On doit donc alors employer le shrapnel à temps.

Une batterie qui se prépare à entrer en action se trouve dans une position extrêmement critique pendant un temps très-court. Les servants et les chevaux sont nécessairement très-exposés, et l'adversaire a le plus grand intérêt à profiter d'une pareille occasion. Une batterie qui occupe une position défensive jouit, sous ce rapport, d'un avantage tout particulier quand le terrain est bien découvert. Son commandant peut prévoir avec assez de certitude les positions qu'occupera l'ennemi, et il doit déterminer soigneusement d'avance avec le télémètre toutes les distances de tir correspondantes. On prépare un certain nombre d'obus pour ces distances, et, au moment favorable, on ouvre un feu rapide. En pareil cas, le shrapnel à temps donnera les résultats les plus avantageux ; mais si le temps manque pour la préparation des fusées, plutôt que de laisser perdre cette occasion, on emploiera le shrapnel percutant.

Contre de l'artillerie qui cherche à se couvrir, on sera amené à employer de préférence le shrapnel à temps. Les expériences de Okehampton ont mis ce fait en pleine évidence (tir contre des retranchements à canon).

Digitized by Google

Quand une batterie est en position sur le revers d'une colline, son commandant est généralement tenté de conserver les avant-trains dans le voisinage des pièces, par la raison que le terrain paraît fournir un couvert suffisant. Le shrapnel à temps est cependant très-efficace dans cette circonstance, par suite de l'amplitude de la gerbe de dispersion, surtout aux grandes distances qui donnent un grand angle de chute aux balles de la nappe inférieure. Un obus percutant a même dans ce cas une grande efficacité, puisqu'il se relève, après avoir touché le sol, sous un angle relativement très-petit. On pourrait citer des exemples de son emploi où la position la mieux garantie de ses atteintes a été une pente directement exposée au feu.

§ 3. — L'infanterie, offrant un but d'une faible hauteur, laisse peu de chances d'efficacité à l'emploi du shrapnel percutant, surtout si les hommes se couvrent ou se tiennent couchés.

Contre des troupes *en colonne* on emploiera presque toujours le shrapnel à temps, qui donne la possibilité de couvrir la colonne entière de l'avant à l'arrière en pointant sur le centre et en déterminant l'éclatement en avant de la tête, aux intervalles, variables avec la distance, qui ont déjà été indiqués. On recommande souvent de pointer sur la tête de colonne ; c'est un tort, car ce mode d'opérer produit un gaspillage inévitable de la partie du cône de dispersion qui frappe le terrain en avant et il diminue les chances d'atteindre les troupes en arrière.

Une ligne d'attaque *en ordre déployé* est exposée à être très-maltraitée par une batterie qui lui fait face, ainsi qu'on a pu le voir par les expériences de Okehampton. Cela tient surtout à la grande étendue de terrain que le shrapnel à temps peut couvrir de balles efficaces dans la direction du tir.

Les batteries d'une position attaquée feront bien de con-

Digitized by Google

centrer de bonne heure tous leurs efforts contre les troupes de soutien, principalement quand elles sont encore en formation de colonnes de compagnies, laissant l'infanterie tenir en respect la première ligne. D'abord les soutiens offrent un bien meilleur but; ensuite on a le plus grand intérêt à les tenir en échec et à les affaiblir sérieusement. En effet, si les soutiens avancent avec plus ou moins d'entrain quelles que soient les pertes en avant d'eux, il n'en est plus ainsi dès qu'ils servent eux-mêmes de but aux projectiles. Quant aux combattants qui sont en ligne, ils n'avancent au feu que s'ils se sentent vigoureusement et activement soutenus. L'affaiblissement des soutiens, en faisant naître de l'hésitation dans l'attaque, procure donc un gain réel à la défense.

Lorsque l'infanterie met à profit les couverts naturels, tels que revers de pentes, remblais, fossés, haies, bois, etc., ou qu'elle se tient couchée, le shrapnel à temps, par l'effet plongeant de son angle de chute, a une action très-efficace. Si le couvert présente une protection considérable, il convient, ainsi qu'on l'a déjà dit à propos des retranchements à canon, de faire éclater le projectile un peu haut, pour augmenter l'angle de chute des balles et perdre le moins possible de la partie utile du cône.

Le shrapnel à temps est encore d'un emploi particulièrement avantageux contre de l'infanterie occupant une position à la lisière d'un bois, et cela aussi longtemps qu'on peut juger, par le nombre des coups de feu ou par d'autres indices, qu'elle est massée à la limite du bois et qu'elle a pour seul couvert une faible profondeur de broussailles. Dès qu'il y a lieu de croire qu'elle s'est retirée dans la profondeur du bois, le shrapnel, n'ayant plus d'efficacité contre les troncs d'arbre qui la couvrent, doit être remplacé par l'obus ordinaire.

Les remarques précédentes, quoique plus spécialement relatives à l'artillerie de la défense, sont également applicables à l'artillerie de l'attaque. Cette dernière fera donc

Digitized by Google

bien de tenir toujours prêts un certain nombre de shrapnels percutants, pour les circonstances pressantes ou les surprises auxquelles elle est bien plus exposée que la défense. Toutefois elle ne devra pas perdre de vue que deux considérations rendent l'emploi de ce projectile aventuré en règle générale. En premier lieu, l'attaque procédant presque toujours en montant, le shrapnel percutant perd beaucoup de son effet sur un terrain qui s'élève. En outre, si les troupes attaquées sont en position sur une crête qui domine les batteries, les chances d'atteindre cette crête sont très-faibles et le terrain en arrière échappe aux atteintes. En deuxième lieu, le shrapnel percutant est impuissant contre les couverts, dont la défense cherchera à tirer parti plus souvent que l'attaque.

II. — Tir à shrapnels suivant la distance.

Pour la commodité de la discussion, nous classerons les portées de la manière suivante :

1° Portées *éloignées* au delà de 3 500 yards (3 200 mètres).

2° Portées *grandes* de 2 500 à 3 500 yards (2 286 à 3 200 mètres).

3° Portées *ordinaires* de 1 200 à 2 500 yards (1 097 à 2 286 mètres).

4° Portées *courtes* de 800 à 1 200 yards (731 à 1 097 mètres).

5° Portées *rapprochées* en deçà de 800 yards (731 mètres).

§ 1. Il n'est jamais nécessaire d'atteindre la limite extrême de portée d'une pièce, c'est-à-dire la plus grande distance à laquelle son obus puisse être lancé, d'abord parce que le projectile n'a plus, à cette distance, assez de force vive pour être meurtrier, ensuite parce qu'il est impossible, au delà d'une certaine limite, d'apprécier l'exactitude et les résultats du tir. La limite *pratique* des distances du tir, atteinte bien avant que le canon ait épuisé sa puissance, doit donc être fixée par la possibilité des

Digitized by Google

observations. Cette distance varie avec une foule de circonstances dont les plus importantes sont : 1° les conditions atmosphériques, brouillard, fumée, crépuscule, etc.; 2° la direction de la lumière, qui donne aux objets des apparences très-diverses ; 3° la disposition du terrain sur lequel est situé le but ; 4° la fumée produite par l'éclatement des projectiles ; 5° la multiplicité des batteries simultanément en action, circonstance qui amène des confusions et rend les observations difficiles.

Il est très-malaisé d'arriver à une exacte estimation des effets du shrapnel, même aux courtes distances et sur un terrain ordinaire, surtout avec des fusées à temps. On ne peut y parvenir que par de fréquents exercices et une connaissance approfondie de l'action du projectile. Cette estimation est plus facile avec le shrapnel percutant; mais, aux grandes distances, la fumée produite par la charge d'éclatement a si peu d'intensité que l'obus ordinaire est souvent d'un emploi préférable. Malheureusement, la différence de poids de deux projectiles occasionne une sensible différence de portée ; aussi, après avoir vérifié une distance à l'aide du dernier, est-on obligé de faire une réduction quand on tire ensuite à shrapnels.

Voici quelques circonstances où il peut être nécessaire de tirer aux distances *éloignées :*

1° Lorsque, pendant une reconnaissance, on désire, sans trop s'exposer, amener l'ennemi à révéler sa force ou sa position ;

2° Lorsqu'on se trouve dans la situation inverse et qu'on n'a aucun intérêt à ne pas répondre à l'adversaire ;

3° Lorsque, agissant avec des forces médiocres, on veut, à l'aide d'une partie de l'artillerie, forcer l'ennemi à s'arrêter et à démasquer son front, pour donner au reste des troupes le temps de se masser ;

4° Lorsque l'ennemi s'expose en grandes masses, se croyant en sûreté, et que les troupes amies occupent des positions défensives ;

Digitized by Google

5° Lorsque le tir d'une ligne étendue de batteries doit être concentré sur une position importante;

6° Dans la poursuite, lorsque, une occasion se présentant de jeter la confusion dans les rangs ennemis pendant le passage d'un pont, d'un défilé ou d'un obstacle du même genre, il importe de ne pas perdre une minute, ou lorsque le terrain en avant est trop difficile pour permettre aux batteries de s'approcher davantage;

7° Dans la retraite, lorsque, l'ennemi se rapprochant constamment, il importe de maintenir les batteries en action aussi longtemps que possible, tout en les tenant le plus loin possible de la route suivie par les troupes amies.

Lorsque l'ennemi peut éviter le feu par un déplacement rapide (cavalerie, 4e cas), on doit chercher à le surprendre. A cet effet, la portée ayant été soigneusement déterminée, on tire une première salve en tenant compte des conditions bien connues de la poudre, des fusées, etc. Cette salve doit être immédiatement suivie par un tir de shrapnels préparés d'avance à portée des pièces pour gagner du temps. Si, au contraire, l'ennemi reste en place, on vérifie la portée au moyen d'un ou deux obus ordinaires, puis on tire à shrapnels aussitôt que possible, en tenant compte des différences des projectiles. Les fusées à temps actuelles étant trop courtes, on devra nécessairement se contenter de fusées percutantes.

Dans tous les cas énumérés ci-dessus, il importe de ne pas mettre de précipitation à ouvrir le feu. L'effet produit sera peu considérable par suite de la grandeur de la portée, et cette période de la lutte est trop peu décisive pour justifier une consommation exagérée de munitions qui pourraient être vivement regrettées dans les moments critiques, aux distances favorables à l'efficacité du shrapnel.

§ 2. — Les remarques précédentes s'appliquent aux *grandes* distances, proportions gardées. Il est plus facile de

Digitized by Google

vérifier la portée avec le shrapnel, la perte de puissance du projectile est moindre et il y a, par conséquent, moins de chances de gaspiller les munitions. Les fusées à temps sont utilisables dans une certaine limite ; on les emploiera donc quand leur usage sera reconnu avantageux.

Il est à peine besoin d'insister sur les difficultés que présente le tir de l'artillerie sur des buts *mobiles* aux distances des deux premières classes (au delà de 2 500 yards [2 286 mètres]). Lorsque la nécessité d'un tir de cette nature s'impose (si l'on bat en retraite, par exemple), on doit chercher à déterminer bien exactement par la carte ou le télémètre et à vérifier, au moyen de quelques obus, la distance d'un point bien net où l'ennemi soit obligé de passer. On ouvre le feu dès que l'ennemi est arrivé à une distance de ce point telle que le temps qu'il emploiera pour la franchir soit égal à la durée du trajet du projectile.

§ 3. — Aux distances *ordinaires*, à moins que le temps n'ait une importance capitale, on fera toujours sagement, même quand la portée aura été soigneusement mesurée au télémètre, de la vérifier par un ou deux obus percutants tirés lentement, excepté si l'on est fixé d'avance sur les réductions rendues nécessaires par l'état des munitions, etc.

Si l'on a recours au shrapnel percutant pour cette vérification et que le tir doive continuer avec le shrapnel à temps, il ne faut pas oublier que, le premier éclatant en avant du but, sa trajectoire passe en dessous du centre, tandis que la trajectoire du dernier, pour produire le maximum d'effet, doit être dirigée un peu au-dessus du même point. On augmentera donc l'angle de tir, soit par le procédé grossier mais expéditif qui consiste à viser un point plus élevé du but, soit par la méthode plus rigoureuse de la correction de la hausse.

Aux distances ordinaires, le shrapnel à temps obtiendra généralement la préférence. S'il devient nécessaire d'entretenir un feu très-rapide et que la forme et la nature du

Digitized by Google

terrain s'y prêtent, il pourra être plus avantageux d'employer le shrapnel percutant. Il sera même parfois prudent de se borner à l'emploi de ce dernier projectile lorsque, par suite de fortes pertes, la batterie se trouvera dépourvue de la plupart des hommes qui seuls sont au courant de la petite préparation nécessitée par les fusées à temps.

Si des buts mobiles se présentent aux distances ordinaires, on peut chercher à les atteindre en employant la méthode indiquée dans les paragraphes ci-dessus. Toutefois, si cette méthode devenait inapplicable faute de points de repère suffisamment nets, ou par crainte de perdre du temps et des munitions, on pointerait les pièces à hauteur du but. La vitesse de tous les pas et allures étant bien connue, dès qu'une distance serait atteinte, les autres s'en déduiraient par une simple observation du temps écoulé entre les coups.

§ 4. — Aux *courtes* distances, le temps est à coup sûr un élément très-important de la question et la préférence peut être donnée aux fusées percutantes, car la perte d'effet est d'autant moindre que la distance devient plus petite, et la nature du sol n'a plus autant d'influence.

Enfin aux distances *rapprochées,* le temps devenant plus que jamais précieux et les inconvénients de l'angle de relèvement étant réduits à leur minimum, l'obus percutant peut être avantageusement employé jusqu'au moment de faire usage de la mitraille.

III. — Conclusions.

La pratique du tir des shrapnels devrait toujours être précédée d'une instruction préparatoire qui comprendrait les trois questions suivantes : 1° Quels sont les effets matériels du shrapnel ? 2° Comment s'exerce l'action de ce projectile ? 3° Comment peut-on juger de ses effets aux différentes distances du tir de guerre ?

Digitized by Google

La première question serait élucidée par l'examen attentif des trop rares documents que fournissent quelques rapports d'expériences. La deuxième se réduit à une étude des principes théoriques du shrapnel, étude qui préparerait à l'observation réelle de ses effets, car s'il est toujours bon de se défier d'une théorie pure, on risque, sans son aide, de négliger un grand nombre de faits qui pourraient être gagnés pour l'observation et même de se laisser entraîner à des conclusions absolument fausses.

Après cette préparation théorique, la troisième question pourrait être étudiée en se plaçant, pour observer les effets du tir, d'abord dans le voisinage du point de chute, puis dans la batterie, contrairement à l'ordre suivi jusqu'à présent. C'est que l'élève est peu apte à juger, à distance et au milieu des préoccupations des détails du service, s'il opère bien ou mal, tant qu'il ne s'est pas pénétré par une observation faite de très-près du mode réel d'action du projectile. Pour commencer, le terrain devrait être une plage unie telle que celle de Shoeburyness, sur laquelle on pourrait voir très-distinctement les atteintes des balles et juger de leur degré de pénétration. Les cibles seraient des panneaux carrés réglementaires de 9 pieds ($2^m,74$) de côté. L'observateur serait à l'abri des accidents en se plaçant à 150 yards (137 mètres) à droite ou à gauche de la cible. Pour faciliter l'estimation des distances, des piquets seraient plantés tous les 25 yards en avant et en arrière du but, le 50e et le 100e yard étant rendus facilement reconnaissables par la grosseur ou la couleur de leur piquet. Un piquet plus long que les autres serait placé à 100 yards en avant et porterait sur toute sa longueur des entailles bien apparentes de 5 en 5 ou de 10 en 10 pieds. Ces précautions assureraient convenablement l'exactitude des estimations à vue.

Après s'être suffisamment exercé de la sorte, on ferait les observations de la batterie. Ici commencerait la partie la plus délicate aussi bien que la plus indispensable de

Digitized by Google

l'apprentissage. Le tir, exécuté d'abord sur le même terrain que précédemment et contre les mêmes cibles, serait conduit très-lentement, de manière à permettre aux observateurs de recueillir les renseignements nécessaires : coups longs ou courts, sens et grandeur des écarts latéraux, hauteurs d'éclatement au-dessus du sol.

Quand la distance n'a pas été vérifiée à l'aide d'un obus percutant, il devient très-difficile de juger si une erreur dans la hauteur d'éclatement provient d'un angle de tir inexact, ou d'une erreur commise dans la graduation de la fusée, ou d'une combustion défectueuse de cette dernière. C'est là qu'est la principale difficulté de l'emploi de la fusée à temps. Au contraire, lorsque la distance a été vérifiée, un éclatement *haut* indique toujours une fusée *courte*, un éclatement *bas* une fusée *longue*.

Si la disposition du terrain permet de voir les atteintes des balles, l'estimation de la puissance du shrapnel est chose facile. La moitié environ du cône doit venir frapper le sol en avant de la cible, à moins que l'angle de tir ne soit trop grand. Quand le but est une troupe d'hommes et que les atteintes sur le sol ne sont pas apparentes, la chute des combattants ou un désordre dans leur ensemble fournit un excellent renseignement.

Lorsque ces indices font défaut et qu'on est forcé de s'en tenir à la simple observation de l'éclatement en l'air, cette observation peut être faite plus aisément et avec plus de certitude d'une position située à droite ou à gauche de la batterie que de la batterie elle-même. Un homme exercé, placé de la sorte pendant toute la durée du tir, rendrait de réels services.

Dès qu'une certaine habileté aurait été acquise dans l'appréciation des effets du shrapnel sur un terrain facile et avec les panneaux bien nets employés jusqu'ici, on changerait de terrain et de cibles de manière à reproduire le plus fidèlement possible les conditions du service de guerre et les formations qui s'y rapportent.

Digitized by Google

Le terrain devrait offrir des positions appropriées pour l'attaque et la défense, de manière à permettre d'étudier les deux faces de la question. On rechercherait un espace assez étendu pour pouvoir faire manœuvrer un certain nombre de batteries en action combinée, et un terrain fortement accidenté présentant des murs, des haies, des fossés, des bois et autres couverts naturels, ainsi que des emplacements convenables pour y élever des ouvrages de campagne, tranchées-abris, retranchements à canon, etc.

Les cibles consisteraient en panneaux à figures qui représenteraient de la cavalerie ou de l'infanterie profitant d'un couvert convenable, de façon à imiter autant que possible les circonstances d'un tir de guerre.

Tous les tirs autres que ceux qui ont pour objet l'instruction des recrues ou le classement des pointeurs, devraient être en quelque sorte des tirs d'expérience. Le but devrait présenter tantôt une difficulté particulière, tantôt quelque défaut de netteté, et, afin d'obtenir des résultats méritant toute confiance, l'officier commandant devrait être laissé libre de chercher à l'atteindre soit par une succession de coups isolés, soit par des salves totales ou partielles, suivant que les circonstances le lui feraient juger convenable.

Traduit de l'anglais par V.-Ch. Michel,
Capitaine au 3e régiment d'artillerie.

Digitized by Google

NOTE SUR UN NOUVEAU PROCÉDÉ

DE

FORMATION DES POINTEURS

§ 1. **Préliminaires.** — La nécessité d'avoir des pointeurs très-exercés devient de plus en plus impérieuse à mesure que la précision des armes augmente. Aussi ne saurait-on trop s'occuper en temps de paix de rendre les canonniers aptes à faire produire aux pièces leur effet maximum, en pointant toujours d'une manière uniforme.

L'emploi de la lunette Cossigny est excellent, mais deux inconvénients empêchent ce procédé de se vulgariser comme il le faudrait: 1° le prix de l'instrument est trop élevé pour que chaque batterie puisse en avoir un à sa disposition; 2° son maniement est trop délicat pour qu'un sous-officier, peu habitué aux instruments de précision, puisse en tirer tout le parti désirable.

Les principales conditions auxquelles doit satisfaire un appareil destiné à la formation des pointeurs sont les suivantes:

1° Être d'un prix assez peu élevé pour que chaque batterie en possède au moins un. Pouvoir, à la rigueur, être construit par les ouvriers de batterie.

2° Joindre une solidité suffisante à un maniement facile.

3° Permettre à l'élève pointeur de constater aisément lui-même le résultat qu'il obtient à chaque opération.

4° Enregistrer les pointages sur des *buts aussi éloignés* que l'on voudra, et *tels qu'on les rencontre dans le tir réel.*

5° Permettre, sans modification, d'exercer les hommes au pointage sur un but mobile aussi bien que sur un but fixe.

Digitized by Google

6° Conserver la trace de toutes les opérations et permettre par suite de les faire toutes concourir au classement final des pointeurs.

7° Pouvoir montrer si l'homme pointe toujours d'une *manière uniforme* (¹), mais sans donner des indications précises sur *la valeur absolue* du pointage.

8° Ne comporter au plus que des erreurs comparables à celles qui sont inhérentes à toute visée.

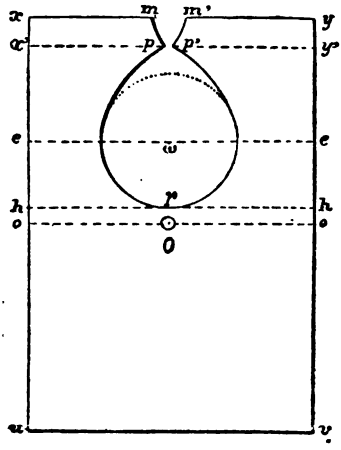
Telles sont les conditions que nous nous sommes efforcé de réunir dans l'appareil proposé.

§ 2. **Description de l'appareil.** — Il se compose de deux parties distinctes:

1° Un voyant ou *faux-guidon,* qui sert à prendre un point sur le rayon visuel dirigé par l'homme sur le but, sans intercepter ce rayon.

2° Un *pantographe* qui enregistre sur une planchette verticale un point homothétique de celui que le faux-guidon prend sur la ligne de mire.

Fig. 1.



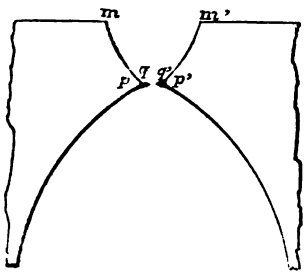
1° *Faux-guidon.* — Le faux-guidon est une feuille de tôle rectangulaire *xyuv* (fig. 1 et 2), dans laquelle on enlève la partie comprise à l'intérieur de la courbe *mprp'm'*. En O, est percé un trou circulaire, qui permet de placer le faux-guidon sur un pivot fixé à une des branches du pantographe et autour duquel il oscille librement. La feuille métallique est assez longue pour que son centre de gravité, qui est

(¹) Ce qui est la seule chose qu'on puisse exiger du pointeur.

Digitized by Google

sur la verticale de l'axe de suspension, soit notablement au-dessous de ce dernier, et que l'arête xy reste par conséquent horizontale.

Fig. 2.

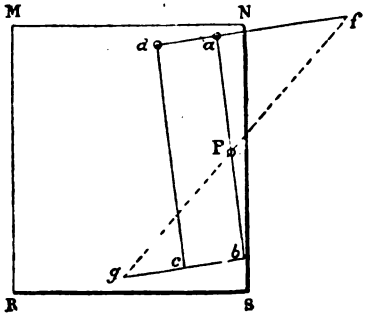


La partie supérieure $mqq'm'$ de l'évidement a une forme quelconque ; seulement les deux pointes q et q' sont écartées de $1^{mm},5$.

La partie inférieure prp' est déterminé par la considération suivante :

Soit une pièce ayant son axe horizontal ; la hausse est dans son canal, au zéro, ainsi que la dérive. Considérons le cône ayant pour sommet le centre de l'œilleton, et pour base la courbe de contour apparent de l'évidement du guidon Broca vu de l'œilleton. L'intersection de ce cône avec un plan vertical perpendiculaire à la ligne de mire constitue précisément la partie prp' qui, par suite, est une courbe homothétique du contour apparent du guidon ; le rapport d'homothétie est : $K = \frac{D}{l}$, en appelant l la longueur de la ligne de mire naturelle, et D la distance du plan considéré à l'œilleton.

Fig. 3.



2° *Pantographe.* — Le pantographe est un simple parallélogramme articulé, $abcd$, se déplaçant autour d'un point fixe, P, sur une planchette, MNRS (fig. 3), Les deux côtés da et bc sont prolongés en af et cg et limités en des points f et g qui sont en ligne droite avec le point fixe P. Nous désignerons par n le rapport $\frac{fP}{Pg} = \frac{aP}{Pb} = \frac{af}{bg}$.

Digitized by Google

La branche *ab* porte à son extrémité *f* le pivot auquel on suspend le faux-guidon par son trou O.

Pour se servir de l'appareil, on l'établit comme le montre la figure 4; la distance $hq = Kl$ étant celle que nous avons appelée D.

§ 3. **Théorie.** — Un homme pointe sur un but éloigné. Quand son pointage est terminé, il fait des signes, sans se relever, à un aide placé à la planchette, jusqu'à ce que celui-ci ait amené le milieu des deux pointes *qq'* du faux-guidon sur sa ligne de mire. Ce résultat étant obtenu, il n'y a plus qu'à marquer, sans déranger le pantographe, la position du point *g*, et la visée se trouve enregistrée. Tel est le fonctionnement de l'appareil pour le pointage sur un but fixe.

Le faux-guidon est mis de côté, pour exercer les hommes au pointage sur un but mobile. L'appareil est disposé comme précédemment sauf que le faux-guidon ne repose plus sur le pivot *f*.

La méthode consiste à faire pointer sur un but fictif, tel que les déplacements de la ligne de mire soient *absolument les mêmes* que si l'on pointait sur un but réel.

Supposons une colonne se déplaçant d'une manière quelconque par rapport à la ligne de tir, avec une vitesse *v*. Pointons la pièce sur un point de cette colonne, et admettons que le point *f* suive pendant un temps *t* les déplacements de la ligne de mire; le point *g* parcourra sur la planchette un chemin homothétique de celui de *f*.

Réciproquement, ce chemin étant tracé sur la planchette, si on le fait parcourir à *g* dans le temps *t*, un pointeur qui suivrait les déplacements de *f* donnerait à la ligne de mire exactement les mêmes déplacements que s'il pointait sur le but.

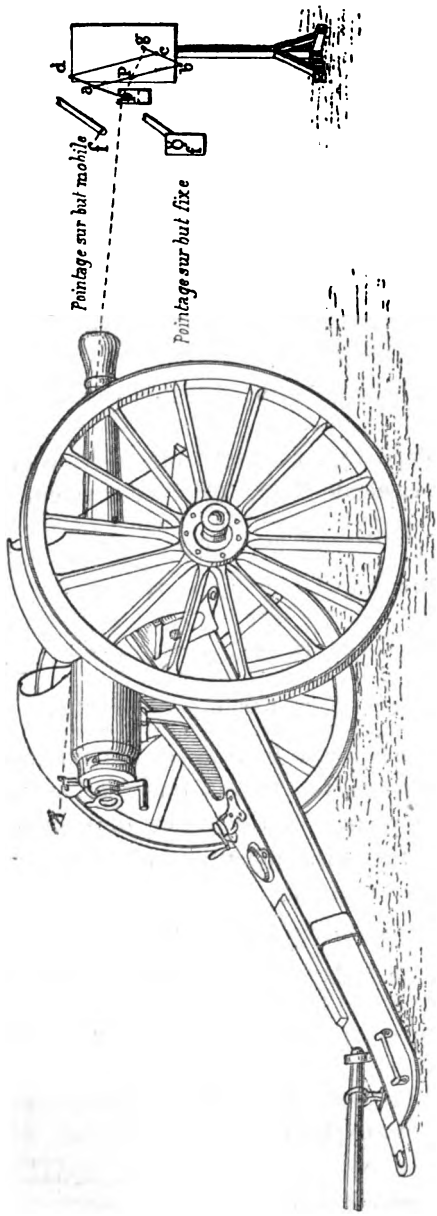
La question est donc ramenée au tracé sur la planchette des chemins convenables.

Il y a 3 cas à considérer: 1° le but se déplace suivant la ligne de tir; 2° le but se déplace perpendiculairement à

Digitized by Google

Fig. 4.

APPAREIL EN PLACE.



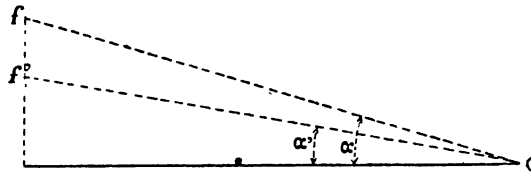
Pointage sur but { fixe : le faux-guidon est suspendu à la pointe.
mobile : le faux-guidon est supprimé.

Digitized by Google

la ligne de tir; 3° le déplacement du but est oblique à ces deux directions.

1° Supposons un but d'abord à 2 000 mètres et se rapprochant de la batterie. L'angle de tir, à cette distance, est de 4°54′ (¹). Quand la troupe se sera rapprochée à 1 700 mètres, l'angle de tir n'est plus que de 3°55′. Sur

Fig. 5.



le plan de l'appareil, ce déplacement est représenté par la longueur verticale ff' (fig. 5), dont la valeur est

$$H = (D - l)\,(\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}\alpha').$$

Il faudra donc que le point g parcoure une verticale :

$$h = \frac{1}{n}\,(D - l)\,(\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}\alpha'),$$

n étant le rapport donné par le pantographe.

2° Soit, à l'origine, P la distance de l'œilleton au point choisi sur la colonne. Pendant que celui-ci parcourt un espace E, le point f suivrait une horizontale, dont la longueur L peut s'exprimer par la relation :

$$L = E\,\frac{D}{P},$$

et le point g une horizontale qui, par suite, a pour longueur :

$$l = \frac{1}{n}L = \frac{1}{n}E\,\frac{D}{P}. \qquad [1]$$

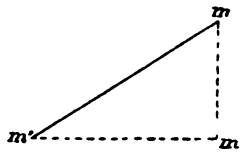
3° Admettons, pour plus de simplicité, que la direction dans laquelle se déplace le but fait un angle de 45° avec

(¹) Ces nombres sont relatifs à une pièce de 5.

Digitized by Google

la ligne de tir. Le point visé était d'abord à la distance P à laquelle correspond l'angle de tir α. Au bout du temps t, il sera à la distance P′ qui correspond à l'angle de tir α'.

Fig. 6.



Le point f, sur le plan de l'appareil, devra donc s'être déplacé de mm' (fig. 6), tel que

$$m'm_1 = \cos 45^\circ \frac{D}{P},$$

et verticalement de la quantité

$$mm_1 = (D - l)(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha'),$$

ce qui donne, pour les coordonnées de g :

$$\left.\begin{aligned} x &= \frac{1}{n} E \cos 45^\circ \frac{D}{P}, \\ y &= \frac{1}{n}(D - l)(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha'). \end{aligned}\right\}$$

On a donc les coordonnées du point d'arrivée par rapport au point de départ ; le chemin sera facile à tracer.

Cela posé, il n'y a plus qu'à faire parcourir ces chemins par g dans le temps t. Pour cela, il suffit d'avoir des hommes préalablement exercés à compter un, deux, trois, etc., à la cadence d'une seconde. Ils devront faire parcourir en t secondes à g les chemins ainsi tracés [1].

Pour graduer l'instruction, on construit pour *chacun des trois cas* une planchette spéciale, sur laquelle sont tracées des lignes qui correspondent à diverses allures [2].

Exemple. — Cas d'un but se mouvant perpendiculairement à la ligne de tir.

---

[1] On trouve quelque chose d'analogue dans l'article publié par le commandant GAUTIER, dans la *Revue d'artillerie*, tome VIII, page 496.

[2] Rappelons les nombres suivants, extraits de l'ouvrage du lieutenant-colonel ASTIER, *Services de l'artillerie en campagne*. (Cours de l'École d'application.)

L'infanterie, la cavalerie, l'artillerie, parcourent au pas. .	1m,50	en 1 seconde.
L'artillerie, la cavalerie, parcourent au trot.	3 ,50	—
L'artillerie, la cavalerie, parcourent au galop	6 ,75	—
La cavalerie parcourt au galop de charge	8	—
Un train de chemin de fer, de	7m,5 à 19m	—

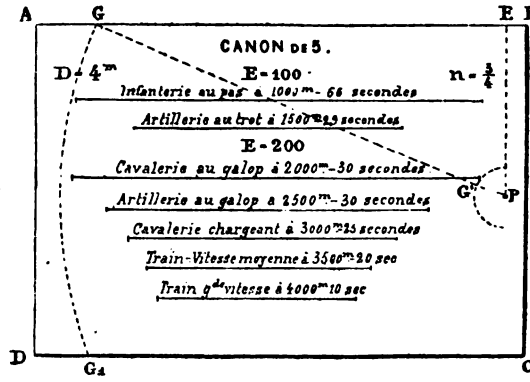
Digitized by Google

Nous supposons que l'on emploie un canon de 5, et que l'on a :

$$D = 4, \qquad E = 100, \qquad n = \tfrac{3}{4}.$$

Ces données seront inscrites en tête de la planchette (fig. 7).

Fig. 7.



Pour de l'infanterie au pas supposée, à la distance de 1 000 mètres, on aura, d'après la formule [1] :

$$l = \frac{4}{3}\,100\,\frac{4}{1000} = 0{,}53.$$

Le temps nécessaire pour parcourir cet espace est

$$t = \frac{100}{115} = 66 \text{ secondes.}$$

On tracera sur la planchette une ligne de $0^m{,}53$, au-dessus de laquelle on mettra l'indication : « Infanterie au pas, à 1 000 mètres. — 66 secondes. »

Pour une colonne d'artillerie, au trot, à 1 500 mètres, on aura :

$$l = 35^{cm}, \qquad t = 29 \text{ secondes.}$$

On tracera, au-dessous de la précédente, une ligne de $0^m{,}35$ de longueur, au-dessus de laquelle on mettra l'indication : « Artillerie au trot, à 1 500 mètres. — 29 secondes. »

Digitized by Google

Au-dessous :

$$E = 200.$$

« Cavalerie au galop, à 2 000 mètres. — 30 secondes. » Et ainsi de suite ; on aura une planchette que la figure 7 représente au $\frac{1}{10}$.

Formation des pointeurs. — Pour les leçons de pointage sur un but fixe, l'instrument est placé assez près de la pièce, le faux-guidon fixé à *f*; l'élève n'ayant que quelques pas à faire pour voir le repérage de sa visée.

1° La hausse est au zéro ainsi que la dérive ; l'élève prend la position réglementaire et fait déplacer le faux-guidon jusqu'à ce que ses deux pointes lui apparaissent *égales* entre celles du vrai. L'aide marque le point correspondant sur la planchette. On dérange l'instrument sans toucher à la pièce ; l'élève le fait replacer, et cela trois fois de suite. Si le pointage est régulier, les 4 points marqués devront se grouper dans un très-petit espace (1). Retenir l'élève à cet exercice jusqu'à ce que ce résultat soit atteint. Pour repérer les pointages de l'homme qui opérera ensuite, il faut donner un petit déplacement à la planchette autour du fût.

2° Enlever le faux-guidon, et placer en *f* un point noir de 2 millimètres de diamètre (2) sur lequel on fait pointer ; et on opère avec l'appareil comme précédemment.

3° Remettre le faux-guidon. — Placer une cible à 50

---

(1) La coïncidence des divers repérages n'aura pour ainsi dire jamais lieu, à cause de l'erreur de 1′ inhérente à toute visée. Le petit espace dans lequel devront se grouper les points est un cercle dont le rayon r a pour valeur, en employant toujours les mêmes notations, et posant le rapport de similitude, $\frac{Pa}{Pb} = n$:

$$r = \frac{1}{n} 3\, l \operatorname{tg} 1'.$$

Ce qui donne dans l'hypothèse $n = \frac{4}{3}$:

Canon de 5 : $r = 0{,}8$,
Canon de 7 : $r = 0{,}9$,
Canon de 95 : $r = 0{,}9$,
Canon de 90 (mod. 1877) $r = 0{,}9$.

(2) On indique cette dimension pour qu'à la distance hq, le point vu de l'œilleton laisse un intervalle blanc entre lui et chaque pointe du guidon.

Digitized by Google

mètres (1). L'instructeur fait placer la planchette verticale. L'élève opère alors comme on l'a dit précédemment; son premier pointage étant repéré, on élève la vis de pointage, et on donne à la pièce un déplacement en direction. L'élève pointe de nouveau et son pointage est encore enregistré. On enregistre ainsi 4 pointages successifs pour chaque homme.

En élevant la vis de pointage, on habitue l'homme à toujours pointer en remontant.

Le déplacement en direction sera donné alternativement dans un sens et dans l'autre.

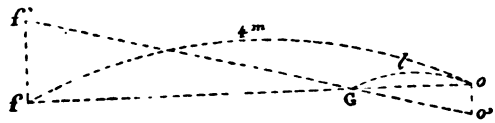
Recommencer avec la cible placée à 100 mètres.

4° Le but étant choisi, et clairement désigné aux hommes, l'instructeur fait donner la hausse et la dérive correspondant à la distance du but, distance qu'il sera bon de faire mesurer au télomètre. Opérer comme précédemment.

Recommencer avec un but plus éloigné, et ainsi de suite, jusqu'aux limites de la graduation de la hausse. — Faire les mêmes exercices en donnant l'angle au niveau, et la direction avec la hausse.

5° Sachant que, pour un canon de 5, un tour de manivelle correspond à une variation de hausse, 00′ = 6 millimètres (2), on peut opérer de la manière suivante : sur la planchette est tracée une droite verticale, γγ′, homothétique de *ff′* (fig. 8) :

Fig. 8.



$$\frac{ff'}{6^{mm}} = \frac{Gf}{l}, \qquad Gf = (D - l), \qquad ff' = \frac{6^{mm} Gf}{l},$$

$$\gamma\gamma' = \frac{1}{n}\,\frac{6^{mm}\,(D - l)}{l} = \frac{4}{3}\cdot\frac{6\,.\,3339}{661} = 40^{mm},4.$$

Cette droite γγ′ est divisée en quatre parties égales, correspondant aux $\frac{1}{2}$ et aux $\frac{1}{4}$ de tour. La pièce étant dans

(1) Pour la même raison, le noir de la cible à 50 mètres devra avoir $0^{m},06$ de diamètre et celui de la cible de 100 mètres, $0^{m},12$.

(2) Voir *Revue d'artillerie*, tome XII, page 177.

Digitized by Google

une position quelconque, on place le point g sur une des extrémités γ de la ligne $\gamma\gamma'$ et on fait pointer sur f. Le pointeur donne un tour de manivelle et fait replacer le point f sur la ligne de mire. S'il a donné un tour exactement, g devra se trouver en γ ; dans le cas contraire, la position de g donne la mesure et le sens de l'erreur.

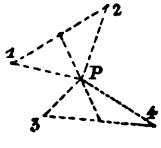
On exerce ensuite les hommes à donner le $\frac{1}{2}$ tour, puis le $\frac{1}{4}$ de tour, et chaque fois leur opération est vérifiée, comme il vient d'être expliqué.

6° Commençant par la ligne qui correspond à l'allure la plus lente, on fait pointer sur le point f, après avoir remplacé le faux-guidon par le point noir, le point g étant à une des extrémités de la ligne. Le sous-officier fait parcourir cette ligne à g dans le temps indiqué et l'élève suit les déplacements de f; quand il est arrivé au bout de la ligne, le sous-officier commande : Halte ! Le pointeur se relève immédiatement, et l'officier, chargé de l'instruction, fait lui-même ramener le point f sur la ligne de mire et, après que le pointeur s'en est rendu compte, note l'écart obtenu en g. On donne au pointeur une note inversement proportionnelle à cet écart, puis on recommence en faisant mouvoir f en sens contraire.

On passe ensuite à une allure plus vive.

§ 5. **Classement des pointeurs.** — L'appareil proposé permet de tenir compte, pour le classement des pointeurs, de tous les résultats obtenus pendant la période d'instruction, et provenant de pointages sur *des buts analogues à ceux qu'on rencontre dans le tir réel.* Dans le pointage sur un but fixe, on a eu soin de faire faire chaque fois à l'élève quatre opérations donnant les points 1, 2, 3, 4 (fig. 9) ; on prend l'écart moyen, $\frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}{4}$, et on donne des notes graduées en raison inverse de cet écart, ainsi que du temps employé. Chacune de ces notes aura un coefficient proportionnel à la distance

Fig. 9.



Digitized by Google

à laquelle le pointage s'est effectué [1]. La somme des points ainsi obtenus, et celle provenant des exercices sur un but mobile, permettent d'établir le classement.

§ 6. **Construction de l'instrument.** — Un point quelconque de l'instrument ne peut pas parcourir tous les points du plan ; ainsi, le point g ne pourra se déplacer que dans l'intervalle compris entre deux circonférences tracées avec Pg pour rayon dans les deux positions où les tiges ad et cd sont arrivées à coïncider (fig. 3). Il y a donc lieu de rechercher dans quelles conditions il faut se placer, pour avoir l'espace maximum. Si nous supposons les tiges réduites à de simples lignes droites, le cercle le plus grand décrit par g aura pour rayon :

$$R = Pb + bg,$$

et le plus petit : $$r = bg - Pb.$$

On voit que le petit cercle est nul pour $Pb = bg$, et qu'il augmente quand Pb dépasse cette valeur en plus ou en moins. Donc $Pb = bg$ est une condition à laquelle il faudrait satisfaire. Le grand cercle sera dès lors d'autant plus grand que bg le sera lui-même davantage.

Pour les exercices de pointage sur un but fixe, les dimensions de l'appareil importent peu. Il n'en est plus de même pour le pointage sur un but mobile ; le point g doit en effet pouvoir parcourir toute la surface des planchettes, analogues à celles de la figure 7.

Nous donnerons donc à la planchette les dimensions suivantes (fig. 7):

$$AB = 0^m,60, \qquad BC = 0^m,50.$$

Le point fixe P sera à égale distance des deux bords AB, DC et à $0^m,025$ de BC, g devra aller jusqu'en G.

Donc $R = \sqrt{\overline{PE}^2 + \overline{GE}^2}$

$$PE = 0^m,25 ; \qquad GE = 0^m,50,$$

c'est-à-dire $$R = 0^m,55.$$

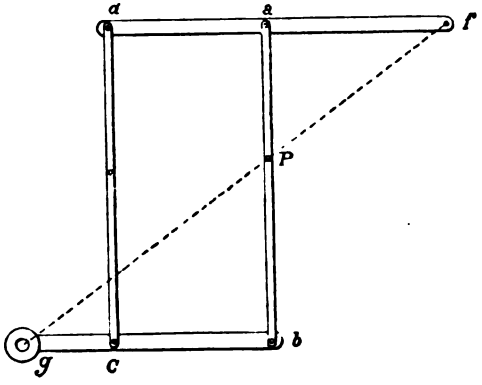
Pour que l'appareil soit moins encombrant, nous ne

[1] On fait entrer ainsi en ligne de compte la plus ou moins bonne vue du pointeur.

Digitized by Google

prendrons pas Pb = bg = $^1/_2$ 0,55, ce qui donnerait aux tiges ab, cd, une longueur trop grande. Nous ferons Pl = 0,24 et bg = 0,32, et il suffira de ne pas mettre de points des horizontales dans l'intérieur du petit cercle de rayon r = 0,08 = PG'. Nous prenons le rapport $\frac{Pa}{Pb} = \frac{3}{4}$.

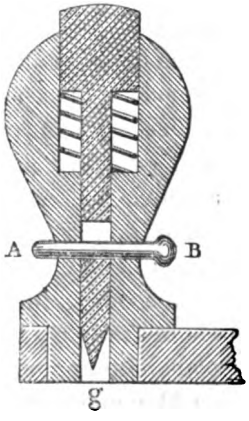
Fig. 10.



Dimensions. — Les branches df et gb (fig. 10) sont en bois dur ; leur équarrissage est $\frac{20^{mm}}{8}$;

$$df = 440, \quad bg = 320, \quad ad = eb = 200.$$

Fig. 11.



En f, est un pivot en acier de $2^{mm},5$ de diamètre, pour suspendre le faux-guidon.

En g, est un bouton en bois (fig. 11) qui sert : 1° à manœuvrer l'instrument ; 2° à marquer les repérages dans les pointages sur un but fixe. Il est percé, suivant son axe, d'un trou circulaire à travers lequel passe une tige en fer pointue. Un ressort à boudin est logé à la partie supérieure du trou, qui est foré à un diamètre plus grand. Une goupille, AB, maintient la tige en place. Quand le

Digitized by Google

point *f* est sur la ligne de mire, il suffit d'appuyer avec le pouce sur la tête de la tige, et le pointage se trouve enregistré.

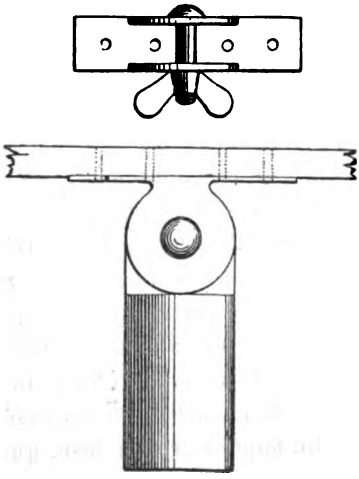
Pour le pointage sur un but mobile, au lieu de tracer de simples lignes sur les planchettes, on trace en réalité des rainures de 3 millimètres de section. On remplace la tige pointue par une autre représentée figure 12, dont l'extrémité *m* parcourt ces rainures.

Fig. 12.

Les tiges *ab* et *dc* seront métalliques, ce qui permettra de leur donner une moindre largeur. Équarrissage $\frac{8}{3}$; $ab = bc = 420$. En P, à la distance P$a = 180$, est un trou circulaire de 5 millimètres de diamètre, permettant de fixer l'instrument sur le pivot de la planchette; entre la planchette et la tige se trouve une rosette métallique de 8 millimètres de hauteur, et au-dessus de la tige un écrou à oreilles.

Les articulations *a*, *b*, *c* et *d* sont obtenues à l'aide de petits boulons de 4 millimètres de diamètre, encastrés dans les branches, et portant chacun un écrou à oreilles.

Fig. 13.



La planchette pour le pointage sur un but fixe est articulée à un fût par l'intermédiaire d'une charnière à pattes, en tôle de 3 millimètres, placée au milieu de la hauteur de la planchette, à 100 millimètres du bord droit (fig. 13).

Les planchettes pour les exercices à but mobile portent une bride carrée de 70 millimètres de côté.

Digitized by Google

Le faux-guidon a les dimensions suivantes (fig. 1):

$uv = 112^{mm},5$;
$y'y = 12$ millimètres;
$y'e = 36$ —
$eh =$ rayon du cercle $\omega = 26^{mm},25$;
$ho = 5$ millimètres;
$ov = 87$ —

Diamètre du trou de suspension, 4 millimètres;
Distance des deux pointes, $1^{mm},5$;
Distance pp', $4^{mm},5$;
Distance mm', 17 millimètres;
Épaisseur de la plaque métallique, $1^{mm},5$ à 2 millimètres.
La face sur laquelle on doit viser est peinte en blanc.

§ 7. **Valeur du procédé.** — Pour déterminer la *valeur relative* des pointeurs, il n'est pas besoin d'un appareil qui comporte des erreurs plus faibles que celles qui sont inhérentes à toute visée; cette précision, non-seulement est superflue, mais elle est même nuisible.

Elle est superflue. A quoi en effet servira-t-il de pouvoir apprécier, entre deux pointages successifs, une erreur angulaire de $\frac{1}{20}$ de minute [1], quand chacun de ces pointages, par le fait même de l'imperfection de nos organes, est entaché d'une erreur inévitable de 1 minute?

Elle est nuisible, car elle trompe sur la valeur du pointeur, puisqu'elle fait croire que l'homme peut commettre seulement des erreurs de $\frac{1}{20}$ de minute, ce qui est impossible, ou du moins, ce qui ne se produira que par le plus grand des hasards.

Ce qu'il suffit de rechercher, c'est un degré de précision comparable à celui du pointage, en ayant soin de se rappeler que quatre pointages, pour être excellents, n'ont pas besoin d'avoir pour repérages 4 points qui se confondent [2].

Pour faire placer le faux-guidon sur la ligne de mire,

---

[1] Précision donnée par une lunette.
[2] Voir la note de la page 349.

Digitized by Google

on commet la même erreur angulaire de 1′ qu'en pointant sur le but; mais le faux-guidon a l'avantage de permettre à l'homme de rectifier son pointage. En effet, les pointes qq' (fig. 14) sont distantes de $1^{mm},5$ et par suite circonscrivent mieux le but B; si le pointeur ne peut pas arriver à concilier ces deux choses, faire dépasser également les deux pointes, qq', du faux-guidon entre les pointes, PP′, du véritable, et laisser le but au milieu de l'intervalle des pointes, il en conclut qu'en pointant, il n'a pas placé le but exactement au milieu des deux pointes du guidon Broca, et il est obligé de rectifier son pointage avant de le faire repérer.

Fig. 14.

Quant aux erreurs qui peuvent provenir du jeu des diverses pièces de l'appareil, elles ne sauraient nous préoccuper, puisqu'elles peuvent être considérées comme constantes, et que c'est seulement le degré de comparaison entre les pointeurs que l'on recherche.

Enfin, pour obvier à l'inconvénient qui provient de ce que l'appareil, étant trop près de l'œilleton, les repérages se groupent dans un trop petit espace, on prend, pour rapport d'homothétie des deux branches du pantographe, $n = \frac{3}{4}$, ce qui revient à placer l'appareil à une distance de l'œilleton $4\,l$ au lieu de $3\,l$.

On peut, du reste, prendre un rapport plus considérable.

A. Pralon,
Lieutenant d'artillerie.

Les expériences déjà faites ont donné lieu aux observations de détail suivantes, qui n'infirment aucunement, du reste, les propositions de l'auteur :

1° Le faux-guidon (fig. 1) n'oscille pas assez librement autour de son axe O, et son centre de gravité n'étant pas situé assez au-dessous de ce point, la verticalité des côtés latéraux n'est pas suffisamment assurée. — Il suffit, pour y remédier, de mettre une masse assez pesante en bas du côté ww.

2° Le jeu des articulations n'est pas assez précis, ce qui démontre que l'appareil doit être l'objet d'une construction soignée, et fait craindre que les ouvriers de batterie ne puissent pas l'exécuter.

3° Le groupement des points de repère, sur la planchette, se fait dans un espace trop restreint. Le rapport $n = \frac{3}{4}$ est insuffisant, il faudrait le porter à $\frac{1}{6}$ ou $\frac{1}{8}$, le pantographe étant, en outre, au minimum, à 10 mètres de la pièce. (*N. d. l. R.*)

Digitized by Google

ORGANISATION

DE

L'ARTILLERIE ANGLAISE.

L'artillerie anglaise, dont l'ensemble forme un seul corps, le *Régiment royal d'artillerie,* indépendant des autres armes en temps de paix, se compose de :

3 brigades d'artillerie à cheval (A, B, C), qui comprennent chacune 10 batteries actives et 1 batterie de dépôt, numérotées de A à K;

6 brigades d'artillerie de campagne (de 1 à 6), qui comprennent chacune 14 batteries actives et 1 batterie de dépôt (A-O), sauf la 3e brigade qui a 15 batteries actives;

5 brigades d'artillerie de place (7-11), qui comprennent chacune 18 batteries actives et 1 batterie de dépôt (1-19), sauf la 8e brigade qui a 19 batteries actives;

1 brigade d'artillerie de côte, qui comprend 10 batteries.

Chaque brigade d'artillerie à cheval envoie 5 batteries actives aux Indes.

Chaque brigade d'artillerie de campagne a 7 batteries et la batterie de dépôt dans la mère patrie; le reste est aux Indes.

Chaque brigade d'artillerie de place envoie 11 batteries actives aux Indes ou dans les colonies, sauf la 8e qui en envoie 12.

La brigade d'artillerie de côte est fractionnée en petits détachements dans les différents forts du littoral de l'Angleterre.

En temps de paix, la seule unité de l'artillerie est la batterie; le groupement en brigades ne sert que pour l'administration et pour la mobilisation.

Digitized by Google

Le royaume de la Grande-Bretagne est partagé en 12 districts ; dans chacun d'eux, il y a l'état-major d'une brigade d'artillerie ; dans le district de Woolwich, il y en a trois.

Toutes les batteries, sans distinction de brigade, qui résident sur le territoire d'un district, sont sous les ordres d'un *commandant d'artillerie de district;* ce dernier est chargé en même temps de l'administration de la brigade d'artillerie dont l'état-major se trouve dans son district et il est le chef supérieur de toutes les batteries de l'armée auxiliaire (1) formées sur son territoire.

Chacun des trois états-majors de Woolwich exerce les pouvoirs d'un commandement de district sur les batteries de sa brigade placées sur le territoire de Woolwich ; les autres batteries, en résidence à Woolwich, qui appartiennent à des brigades dont l'état-major ne se trouve pas dans le district de Woolwich, dépendent d'un état-major particulier de district.

Répartition de l'artillerie en Angleterre. — Par suite, les batteries sont ainsi réparties :

Dans le district du Nord, sous les ordres de l'état-major de la 2e brigade : 2 batteries à cheval, 8 batteries de campagne, dont une de dépôt ;

Dans le district de l'Est, sous les ordres de l'état-major de la 6e brigade : 3 batteries de campagne, dont une de dépôt, et 2 batteries de place ;

Dans le district de l'Ouest, sous les ordres de l'état-major de la 8e brigade : 2 batteries à cheval, 2 batteries de campagne et 7 batteries de place, dont une de dépôt ;

Dans le district du Sud, sous les ordres de l'état-major de la 7e brigade : 2 batteries à cheval, 4 batteries de campagne et 12 batteries de place, dont une dépôt ;

Dans le district du Sud-Est, sous les ordres de l'état-

(1) L'armée anglaise se divise en *armée active* et en *armée auxiliaire ;* l'armée active se compose de l'armée permanente, des troupes indigènes et de la 1re classe de la réserve ; l'armée auxiliaire comprend la 2e classe de la réserve, la milice et les volontaires.

Digitized by Google

major de la 9e brigade : 2 batteries à cheval, 2 batteries de campagne et 4 batteries de place, dont une de dépôt;

Dans le district de Chatham, sous les ordres de l'état-major de la 11e brigade : 1 batterie de campagne et 5 batteries de place ;

Dans le district de Woolwich, sous les ordres des états-majors des brigades A, 1 et 5 et du commandement de district : 3 batteries à cheval, 10 batteries de campagne, 2 batteries de place et 3 batteries de dépôt diverses ;

Dans le district d'Aldershot, sous les ordres de l'état-major de la brigade C : 3 batteries à cheval, dont une de dépôt, et 5 batteries de campagne ;

Dans le *Nordbritish* district, sous les ordres de l'état-major de la 4e brigade : 2 batteries de campagne, dont une de dépôt, 1 batterie de place.

Toute l'artillerie de l'Irlande est réunie sous un même commandement supérieur ; elle est répartie en 3 districts :

Dans le district de Dublin, sous les ordres de l'état-major de la brigade B : 2 batteries à cheval, dont une de dépôt, 2 batteries de campagne;

Dans le district de Curagh, sous les ordres de l'état-major de la 3e brigade : 2 batteries à cheval, 2 batteries de campagne, dont une de dépôt;

Dans le district de Cork, sous les ordres de l'état-major de la 10e brigade : 1 batterie à cheval, 4 batteries de campagne et 3 batteries de place.

Il y a en outre une batterie de place dans chacune des îles de Guernesey, Jersey et Alderney.

L'artillerie se recrute sur tout le territoire du royaume et non par brigades; l'achat et le dressage des chevaux pour l'artillerie sont faits par l'établissement de remonte de Woolwich ; l'équitation et la conduite des voitures sont enseignées pour toute l'artillerie à l'École d'équitation de Woolwich.

D'après le plan de mobilisation, l'armée anglaise doit former 8 corps d'armée avec les troupes de l'armée active

Digitized by Google

et de la milice stationnées à l'intérieur. Chaque corps d'armée comprend :

1 état-major;

1 brigade de cavalerie à 3 régiments avec 1 batterie à cheval;

3 divisions d'infanterie, composées chacune de 3 brigades d'infanterie à 3 bataillons, de 1 bataillon de *rifles*, 1 régiment de cavalerie et de 3 batteries de campagne;

L'artillerie de corps, composée de 3 batteries à cheval et de 2 de campagne;

1 compagnie du génie, avec équipage de ponts et parc télégraphique;

Les divers services accessoires.

Forces disponibles. — Les forces anglaises disponibles sont pour l'artillerie : 15 batteries à cheval, comprenant 5 officiers, 11 sous-officiers et trompettes, 147 hommes, 108 chevaux, 6 pièces, 2 caissons de munitions et 4 voitures;

42 (¹) batteries de campagne, comprenant 5 officiers, 11 sous-officiers et trompettes, 142 hommes, 84 chevaux, 6 pièces, 6 caissons de munitions et 4 voitures;

45 batteries de place, comprenant 4 officiers, 8 sous-officiers et 130 hommes, qui doivent servir, non-seulement à former le parc de siége et les colonnes de munitions, mais encore à compléter les batteries de campagne.

Les batteries de dépôt, non-seulement servent de dépôt pour les fractions mobilisées dans leurs brigades respectives, mais encore peuvent être augmentées et mobilisées à leur tour; leur effectif est, pour les 5 batteries à cheval, de 5 officiers, 17 sous-officiers, 122 hommes et 66 chevaux; pour les 6 batteries de campagne, de 5 officiers, 18 sous-officiers, 164 hommes et 72 chevaux; et pour les 5 batteries de place, de 4 officiers, 17 sous-officiers et 208 hommes.

Répartition de l'artillerie aux Indes. — Les 15 batte-

(¹) 41, si l'on en déduit une batterie qui doit être envoyée au Cap.

Digitized by Google

ries à cheval sont à l'effectif de 5 officiers, 157 hommes, 178 chevaux, 66 bœufs, 6 pièces de 9 livres, 18 voitures et une suite de 364 indigènes; les pièces et les caissons de 1re ligne sont attelés à 6 chevaux; les voitures de 2e ligne sont traînées par des bœufs; il y a 11 batteries au Bengale, 2 à Madras et 2 à Bombay.

Les 43 batteries de campagne sont à l'effectif de 5 officiers, 157 hommes, 110 chevaux, 76 bœufs, 6 pièces de 9 livres, 18 voitures et une suite de 267 indigènes; il y a 22 batteries au Bengale, 11 à Madras et 10 à Bombay.

Les 28 batteries de place sont à l'effectif de 5 officiers et 87 hommes; il y en a 15 au Bengale; 2 d'entre elles sont des batteries de montagne, attelées avec des mulets et armées de 6 canons rayés de 7 livres se chargeant par la bouche; 2 autres sont des batteries lourdes transportées par des éléphants et armées de 3 canons de 40 livres Armstrong et de 4 mortiers, 2 de 8 pouces et 2 de 5po,5;

7 à Madras; dont une batterie de montagne armée de 4 canons de 7 livres transportés par des éléphants, et une batterie lourde traînée par des bœufs et armée de 3 canons Armstrong et de 4 mortiers;

6 à Bombay; dont une batterie lourde, armée de 3 canons Armstrong et de 4 mortiers, traînée par des bœufs.

Il y a en outre l'artillerie indigène, qui se compose de 4 batteries de montagne et 1 batterie de place fournies par le Punjab et de 2 batteries de montagne de Bombay; l'effectif total est de 519 canonniers et de 28 canons.

(D'après la *Vedette* et le *Militär-Wochenblatt*).

Digitized by Google

TIR COMPARATIF

D'OBUS DE DIVERS MODÈLES

CONTRE DES PLAQUES MÉTALLIQUES.

Le gouvernement anglais vient de faire exécuter, à Shoeburyness, quelques essais intéressants sur le percement des plaques avec des obus que divers fabricants avaient présentés.

Le modèle du projectile à essayer était imposé. C'était celui de l'obus de 9 pouces (229^{mm}) avec son poids et sa forme réglementaires. Mais les industriels étaient libres de choisir le métal, acier ou fonte durcie. — Généralement, les obus ont été coulés par leurs inventeurs; quelques-uns seulement ont été faits à Woolwich avec le métal fourni par les fabricants; tous les projectiles ont reçu, à l'arsenal, les ailettes réglementaires en bronze.

Les plaques d'épreuves, livrées par MM. Brown [1], avaient 12 pouces ($0^{m},305$) d'épaisseur, 16 pieds ($4^{m},88$) de long et 4 pieds ($1^{m},22$) de large. Elles ont été coupées ensuite en quatre morceaux égaux, de forme carrée à 4 pieds ($1^{m},22$) de côté, de façon à avoir quatre plaques de provenance identique.

La bouche à feu employée pour les expériences était le canon réglementaire de 9 pouces (229^{mm}), tiré à la charge de 65 livres ($29^{k},5$) de poudre Pebble donnant à l'obus, dont le poids est de 268 livres ($121^{k},5$), une vitesse

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. XII, p. 235.

Digitized by Google

d'environ 1 500 pieds (457 mètres) lorsqu'il atteint la cible placée à 50 yards (45 mètres) du canon.

Tous les obus ont été employés sans charge explosive.

Les projectiles expérimentés étaient les suivants :

Obus en fonte durcie. — (1) Gruson, (2) Krupp, (3) Finspong, (4) Grégorini, (5) modèle du service du Laboratoire royal, (6) Palliser modifié.

Obus en acier. — (7) Terre-Noire, (8) Whitworth, (9) Hadfield, (10) Landore, (11) Vickers, (12) Vickers avec pointe en fonte durcie, (13) Cammel (obus composé d'après les idées de M. Wilson).

Ces projectiles différaient entre eux, non-seulement par les qualités du métal, mais encore par le mode de fabrication.

Qelques-uns étaient forgés et tournés, d'autres coulés pleins et forés.

Pour les obus Hadfield, en acier au creuset, l'usinage extérieur avait été évité au moyen d'un moulage très-exact, ce qui permettait de laisser la croûte intacte. Ceux de Whitworth, coulés sous pression, avaient leur pointe faite d'une pièce de métal séparée et vissée dans le corps.

Plusieurs aciers, notamment ceux de Landore et de Terre-Noire, avaient été obtenus par le procédé Martin-Siemens.

Résultats des expériences.

1. *Obus Gruson.* — Le n° 1, de mauvaise qualité, est brisé dès son entrée dans la plaque. Sa pointe, seule, parvient à une profondeur de 208 millimètres et les portions voisines de la tête vont jusqu'à 155 millimètres. (Voir, Pl. VII, effet du projectile Gruson.)

Le n° 2 donne de meilleurs résultats. Sa tête traverse complétement la cible et se détache du corps à hauteur de la couronne antérieure des alvéoles.

Malheureusement cette expérience n'est pas très-con-

Digitized by Google

cluante, car les plaques étaient mal soudées et les joints tellement agrandis qu'on pouvait y introduire les doigts sur les bords et pousser un brin de paille jusqu'à 0m,30 de profondeur entre la plaque de fer et la couche d'acier.

2. *Obus Krupp.* — Le n° 1 pénètre jusqu'à 260 millimètres environ et produit à la plaque un léger bombement avec déchirure à la face postérieure.

Le n° 2 traverse la plaque presque entièrement. Sa tête se détache suivant la couronne antérieure des alvéoles et sort de la plaque après l'avoir crevée.

3. *Obus Finspong.* — Le n° 1 atteint une profondeur que l'on ne put mesurer, et reste fixé dans la plaque par suite du gonflement de ses reins (voir Pl. VII). Le métal est très-bon, mais un peu doux.

Le n° 2 traverse la plaque, sa pointe ressortant de 1 pouce (25 millimètres), la tête se séparant du corps qui est resté intact, et la plaque présentant, à sa partie postérieure, une large déchirure qui s'étend jusqu'à 25 pouces environ (635 millimètres).

4. *Obus Gregorini.* — Le n° 1 pénètre de 10 pouces (254 millimètres), la tête se séparant du corps et se frayant une ouverture dont la plus grande largeur atteint 27 centimètres.

La plaque n'a été bombée que très-légèrement.

Le n° 2 se brise en laissant sa tête coincée dans la plaque, dont la face postérieure est déchirée sur 8 pouces $\frac{1}{2}$ (216 millimètres) de longueur et 1 pouce (25 millimètres) de largeur.

5. *Projectile du modèle du service du Laboratoire royal.* — Le n° 1 traverse la plaque et vient briser sa pointe sur la face postérieure. La plaque est bombée de 5 pouces (127 millimètres) environ et déchirée sur 4 pouces (102 millimètres) de large.

Le n° 2 produit des effets analogues.

6. *Obus Palliser modifié.* — Le n° 1 se brise, après avoir traversé la plaque presque de part en part, l'avoir bombée

Digitized by Google

et déchirée sur 23 pouces (584 millimètres) de long et 1 pouce (25 millimètres) de large.

Les effets produits par le n° 2 sont analogues; la pointe traverse la plaque complétement, le projectile se brise, et la déchirure atteint 14 pouces (355 millimètres) de long sur 2 pouces (51 millimètres) de large.

7. *Obus de Terre-Noire.* — Le n° 1 se fixe dans la plaque (Pl. VII), son culot restant en saillie de 10 pouces (254 millimètres). La partie antérieure du projectile est gonflée et aplatie, comme cela s'est produit pour l'obus Finspong n° 1.

Les effets produits par le n° 2 sont à peu près les mêmes.

8. *Obus Whitworth.* — Les 2 obus donnent tous deux d'excellents résultats; ils restent entiers et sans changement apparent et traversent franchement la plaque. La pointe de l'un des deux s'est légèrement aplatie (Pl. VII); un des obus est gonflé vers les reins de $3^{mm},3$, l'autre de $1^{mm},25$ seulement. La plaque est percée de part en part suivant un trou de même diamètre que l'obus; enfin, un disque étoilé ayant environ 23 pouces (584 millimètres) de diamètre est détaché de la face postérieure de la plaque.

9. *Obus Hadfield.* — Le n° 1 pénètre de près de 12 pouces (305 millimètres); la base se sépare, la portion antérieure n'est pas brisée, mais elle est aplatie et fendue; la face postérieure de la plaque est bombée d'environ 4 pouces (102 millimètres) et déchirée.

Le n° 2 pénètre de 9 pouces (229 millimètres), mais, en s'enfonçant dans une direction inclinée, il se brise en 3 morceaux; la face postérieure de la plaque est bombée de 2 à 3 pouces (5 à 8 centimètres) et déchirée.

Le n° 3 pénètre de 11 pouces (279 millimètres) et rebondit sans se briser; le corps est fendu; la face postérieure de la plaque est bombée de 3 pouces (76 millimètres), et déchirée sur une largeur de plus de 5 centimètres.

10. *Obus Landore.* — Le n° 1 pénètre de plus de 9 pouces (229 millimètres), la base se brise, la tête et le corps sont aplatis, le diamètre aux reins s'élève à plus de

Digitized by Google

10 pouces (254 millimètres); il ne se produit pas d'ouverture dans la plaque.

Pour le n° 2 les résultats n'ont pas été notés.

11. *Obus Vickers.* — L'obus pénètre à plus de 10 pouces (254 millimètres), la base se brise, la tête reste entière jusqu'à la couronne antérieure des ailettes. La face postérieure de la plaque est bombée de 4 pouces (102 millimètres), et déchirée sur une largeur de près de 2 pouces (50 millimètres).

12. *Obus Vickers avec pointe en fonte durcie.* — L'obus pénètre à plus de 8 pouces (203 millimètres) ; l'empreinte est large de 11 pouces (279 millimètres) à l'entrée; l'obus rebondit en arrière, reste entier, mais s'aplatit fortement, et est fendu à presque tous les alvéoles; la face postérieure de la plaque est bombée de près de 2 pouces (50 millimètres), et légèrement fendue.

13. *Obus Cammel-Wilson.* — Le n° 1 pénètre de telle sorte que sa base s'enfonce de 2 à 3 pouces (de 5 à 8 centimètres) dans la plaque; sa tête dépasse la face postérieure au milieu des arrachements (Pl. VII); la pointe durcie est brisée en partie; un disque de 23 pouces (584 millimètres) de largeur est détaché de la face postérieure.

La base du n° 2 s'enfonce dans la plaque de plus de 7 pouces (178 millimètres); la pointe est brisée; la plaque est violemment déchirée et arrachée (Pl. VII). La vitesse de cet obus a été un peu supérieure à celle des autres (1 520 pieds, 463^{m},5).

Observations. — On doit remarquer que 2 ou 3 coups ne suffisent pas pour se faire une opinion bien exacte sur la valeur propre de chaque projectile, et que des expériences ultérieures sont nécessaires pour ne laisser aucun doute sur leur valeur comparée. Il y aurait, en outre, lieu d'autoriser les industriels à émettre leurs idées sur la forme qui leur semblerait convenir le mieux au métal qu'ils emploient, et de ne pas les assujettir à l'avance à des conditions qui peuvent leur être désavantageuses.

Digitized by Google

E D

LE

Digitized by Google

,s

onditions qui peuvent leur être desavantageuses.

Digitized by Google

Le trait le plus frappant de ces expériences est la différence entre les résultats produits par l'acier et la fonte durcie. La fonte durcie se brise à l'impact, sauf pour l'obus Finspong, et se sépare presque toujours en très-petits fragments. Si l'acier se brise, c'est en gros morceaux; dans quelques cas, la tête seulement se sépare du corps suivant la couronne antérieure des alvéoles. Les obus d'acier restent généralement entiers après le choc, et se fendent parfois. Les obus de fonte durcie semblent plus durs, les pointes ne sont ni mutilées, ni aplaties; le corps n'est pas aplati. MM. Vickers et Wilson sont peut-être dans la bonne voie en employant une pointe de fonte durcie au bout d'un corps d'acier. Il faut savoir si ces métaux peuvent se combiner aisément, et si le manque d'homogénéité ne sera pas nuisible. Peut-être aussi faudrait-il chercher à donner à l'acier la dureté qui lui manque, en le coulant comme la fonte durcie.

Les projectiles Whitworth ont de beaucoup surpassé les autres; ce sont les seuls qui aient franchement traversé la plaque et soient restés, après leur passage, entiers et sans déformation apparente.

Traduit de l'*Engineer* par P. Leroux,
Capitaine d'artillerie.

Digitized by Google

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Allemagne : Travaux de fortifications. — A Metz, on va très-prochainement commencer les travaux de terrassement de la redoute de Saint-Éloi; cet ouvrage, établi près de la ferme Saint-Éloi, reliera le fort Manteuffel au fort de Woippy. — Les travaux de maçonnerie sont complétement terminés au fort de Woippy, et deux coupoles cuirassées y sont installées. — Plusieurs batteries sont en voie de construction derrière Woippy, Tignomont et Lessy.

A Huningue, on organise en ce moment quatre zones défensives aux entrées du nouveau pont métallique construit pour le chemin de fer; les deux zones de la rive alsacienne sont presque achevées; celles de la rive badoise ne sont encore qu'au tiers de leur hauteur définitive.

(*Revue militaire de l'étranger.*)

Allemagne : Nouvelle organisation des batteries prussiennes. — D'après un nouveau règlement, les batteries de campagne prussiennes, montées et à cheval, comprennent la batterie de combat et le 2e échelon. La batterie de combat se compose des 6 pièces et des caissons de munitions nos 1, 2 et 3, et du chariot n° 1; le 2e échelon se compose des 5 autres caissons de munitions (nos 4 à 8), des chariots n° 2 et n° 3 et de la forge. La batterie de combat se divise en 3 sections de voitures (*Wagensection*) ; dans la 1re section, se trouvent les deux premières pièces, le caisson n° 1 et le chariot n° 1 ; dans la 2e, les deux pièces du centre et le caisson n° 2 ; dans la 3e, les deux dernières pièces et le caisson n° 3. Au 2e échelon, les caissons nos 4 et 5 forment la 4e section, les caissons nos 6, 7 et 8 la 5e, et les chariots nos 2 et 3 et la forge la 6e.

Il n'y a qu'un ordre de marche pour la batterie : la batterie de combat marche en tête; elle est immédiatement suivie par le 2e échelon dans les marches de route (*Reise-*

Digitized by Google

märschen); dans les marches de corps (*Corps-märschen*), le 2e échelon est rejeté en arrière.

ORDRE DE MARCHE D'UNE BATTERIE DE CAMPAGNE.

Batterie de combat.	*2e échelon.*
1re pièce,	Caissson de munitions n° 4,
2e —	— n° 5,
3e —	— n° 6,
4e —	— n° 7,
5e —	— n° 8,
6e —	Chariot n° 2,
Caisson de munitions n° 1,	— n° 3,
— n° 2,	Forge.
— n° 3,	
Chariot n° 1,	
Chevaux haut-le-pied.	

L'effectif d'une batterie de campagne montée est de 5 officiers, 15 sous-officiers, 3 trompettes, 1 maréchal-ferrant, 1 infirmier, 2 bourreliers, 149 hommes et 150 chevaux.

L'effectif d'une batterie à cheval est de : 5 officiers, 14 sous-officiers, 3 trompettes, 1 maréchal-ferrant, 1 infirmier, 2 bourreliers, 142 hommes et 230 chevaux.

(*Militär-Zeitung.*)

Allemagne : Nouvelle corvette cuirassée. — La corvette cuirassée *la Bavière,* qui vient d'être lancée à Kiel, doit être armée de 4 canons de 26c et d'un canon de 30c. Toutes ces pièces tirent à barbette : le canon de 30c est installé, à l'avant, dans une tourelle blindée, de forme ovale et à ciel ouvert; les 4 canons de 26c sont dans une grande tour établie un peu en arrière du milieu du navire; deux d'entre eux concourent avec le canon de 30c à donner des feux de chasse et deux, des feux en retraite; ils peuvent aussi tirer par le travers.

Comme deuxième arme offensive, la corvette est munie d'un long éperon, en forme de lance, qui est placé assez

Digitized by Google

bas pour pouvoir transpercer tous les navires en dessous de leur cuirasse.

Enfin, comme troisième arme offensive, la corvette est pourvue de tout le dispositif nécessaire pour lancer des torpilles.

Deux machines de 2 800 chevaux mettent en mouvement les deux hélices. L'équipage doit être de 317 hommes.

(*Deutsche Heeres-Zeitung.*)

Angleterre : Plaques de blindage Whitworth. — Une nouvelle plaque de blindage, proposée par sir Joseph Whitworth, vient d'être essayée à Manchester; elle est en acier fondu et formée par l'assemblage de plusieurs secteurs hexagonaux composés chacun d'une série d'anneaux concentriques entourant un disque central. Cette disposition a pour but de remédier au principal défaut des plaques en acier, qui ont trop de tendance à se fendre par suite du choc; les fentes ne pouvant passer d'un anneau au voisin, se trouvent ainsi localisées.

Dans des essais préliminaires on a tiré contre une portion de plaque de 2 pouces $\frac{1}{2}$ d'épaisseur ($63^{mm},5$) des obus du poids de 3 livres : les obus en fonte sont venus se briser sur la plaque sans lui faire éprouver le moindre dommage; les obus en acier comprimé n'ont fait qu'une brèche insignifiante. De nouvelles expériences ont été ensuite exécutées sur une plus grande échelle. La plaque qui devait servir de cible avait 9 pouces d'épaisseur ($228^{mm},6$); elle était appliquée contre un matelas en bois adossé lui-même à un banc de sable; en avant de la plaque se trouvait un tube horizontal en fer destiné à recevoir les fragments de l'obus dans le cas où il se briserait.

On tira avec le canon de 9 pouces ($228^{mm},6$), à la charge de 50 livres ($22^{k},7$) de poudre Pebble, un obus Palliser du poids de 250 livres ($113^{k},5$) ; la distance était de 50 yards ($45^{m},7$).

Dans ces conditions, le projectile a traversé les plaques

Digitized by Google

ordinaires de 12 pouces (304^{mm},8); contre la nouvelle plaque Whitworth il a été impuissant. Il s'est brisé en un grand nombre de petits fragments, et la cible ayant été enfoncée de 18 pouces (457 millimètres) dans le sable par la force du choc, les fragments s'échappèrent par l'extrémité du tube. Ils continuèrent leur mouvement, en se frayant une ouverture à travers dix planches placées à hauteur de la cible, et se dispersèrent comme une véritable pluie. Le seul morceau un peu gros pesait 8 livres; c'était une partie de la tête du projectile qui resta engagée dans la cible, après y avoir formé une excavation de 8 pouces (203 millimètres) de diamètre et de 1 $\frac{1}{2}$ pouce (38 millimètres) de profondeur maximum. Sauf cette légère dépression, la cible resta intacte, l'anneau qui avait reçu le choc ne fut nullement endommagé.

Quelque brillant que soit le succès obtenu, on ne peut rien conclure de cette seule expérience, et il faut attendre que de nouveaux essais viennent confirmer ce premier résultat. (*Engineering.*)

Angleterre: Nouvelles expériences à bord du vaisseau-cible « The Nettle ». — Les essais[1] des plaques de blindage, à bord du vaisseau-cible *The Nettle* ont été repris à la fin de mars avec une plaque fabriquée par MM. Brown et Cie, de Sheffield. On avait résolu tout d'abord de soumettre également aux épreuves trois autres plaques que devait fournir l'usine Cammell de la même ville, mais on a dû remettre ces essais à une autre époque, pour répondre au désir exprimé par cette maison, qui préférait connaître d'abord les résultats obtenus dans les expériences d'artillerie de Shoeburyness. La plaque de MM. Brown a été composée, suivant le procédé Ellis, de deux épaisseurs d'acier contre une de fer. Elle avait 2^{m},13 sur 2^{m},02, une épaisseur de 0^{m},229 et pesait 8230 kil.

Suspendue sur le côté tribord de la batterie, elle était

(1) Voir *Revue d'artillerie*, tome XI, p. 94, et tome XII, p. 235.

Digitized by Google

fixée à un matelas en bois, établi contre la paroi du vaisseau et composé de quatre rangées de poutres en chêne, deux verticales et deux horizontales, formant une épaisseur totale de $1^{m},07$. Cet ensemble était fortement consolidé par des contre-forts de bois.

Le canon dont on s'est servi était une pièce de 9 pouces (229^{mm}) et de 12 tonnes (12 200 kil.), se chargeant par la bouche, mise en batterie à 9 mètres de la plaque. On a tiré trois projectiles Palliser de 113 kil. avec une charge de $22^{k},680$ de poudre Pebble, donnant une vitesse initiale de 433 mètres. Le premier coup a porté contre le coin de droite de la cible et a traversé, à peu près entièrement, l'épaisseur du métal; il a produit un grand nombre de fentes superficielles, ainsi que quelques fissures d'importance variable. Le second coup a frappé la partie basse de la plaque vers son milieu et a produit des résultats qui ont rendu inutile un troisième coup. Un fragment triangulaire de la plaque, détaché, sous une forme irrégulière, du milieu de la partie inférieure de la cible, est tombé avec fracas sur le pont de la batterie. Un boulon a été brisé, deux autres arrachés, et la couche d'acier s'est séparée de celle du fer sur toute la longueur, s'étendant du premier point d'impact au second.

(*The Army and Navy Gazette.*)

Le 11 juin dernier, on a fait, à bord de la *Nettle,* par ordre de l'Amirauté, des expériences analogues sur une plaque fournie par la maison Cammell. Cette plaque avait été décarburée sur une certaine profondeur, d'après un procédé spécial à l'usine Cammell. Elle avait $1^{m},98$ de large, $0^{m},229$ d'épaisseur, et pesait environ 8 200 kil. On l'avait fixée à une cloison transversale en bois de $1^{m},07$ d'épaisseur, disposée comme pour les expériences relatives à la plaque Brown.

On employa le même canon de 9 pouces. Le premier coup a frappé le centre de la partie droite de la cible, et a pénétré sur une profondeur de 19 centimètres, en

Digitized by Google

produisant deux fentes qui s'étendaient depuis le point d'impact jusqu'à l'autre côté de la plaque, dans une direction légèrement descendante, et qui traversaient l'épaisseur totale sous une largeur excessivement faible. Le second projectile a été dirigé sur le milieu de la partie inférieure de la plaque, a traversé entièrement et pénétré de $0^m,06$ dans la cloison de bois, en élargissant notablement les deux fentes et en ébranlant le coin gauche de la plaque. Le dernier projectile, en traversant la plaque et pénétrant de $0^m,05$ environ dans la cloison, a emporté le quart, à peu près, de la cible. La ligne de rupture commençait au point d'impact du premier projectile, courait, suivant une horizontale assez irrégulière, jusqu'au bord voisin et descendait en zigzag jusqu'au second point d'impact, d'où elle se dirigeait brusquement sur l'arête la plus basse du côté gauche de la cible. (*The Engineer.*)

Angleterre : Le nouvel obusier rayé de 6,3 pouces (16c). — On vient d'adopter en Angleterre un nouveau modèle d'obusier rayé de $6^{po},3$, qui est destiné à faire partie de la section légère dans les équipages de siége [1].

Cette bouche à feu, qui se charge par la bouche, a été établie d'après le même principe que le nouveau canon de campagne de 13 livres qui doit remplacer l'ancien canon de 9 livres dans toutes les batteries, à l'exception toutefois des batteries légères de l'artillerie à cheval.

Voici en quelques mots l'historique des expériences qui ont été faites dans le but de déterminer les données les plus convenables à adopter pour un obusier léger de siége.

En 1876, on fit des expériences comparatives sur un obusier de $6^{po},3$, rayé d'après le système réglementaire de Woolwich [2], et un autre obusier du même calibre, qui avait 6 rayures au lieu de 3. Ces rayures, dites accouplées, avaient été déjà proposées par le major Maitland pour le

(1) Voir *Revue d'artillerie*, tome XII, p. 285.
(2) Voir *Revue d'artillerie*, tome I, p. 257 et 347.

Digitized by Google

canon de campagne de 13 livres [1]. Trois de ces rayures étaient destinées à guider les ailettes de la couronne postérieure, et les trois autres celles de la couronne antérieure; grâce à cette disposition, on avait pu remplacer les rayures héliçoïdales à pas constant, par des rayures à pas progressif. Les rayures destinées à la couronne arrière disparaissaient près de la bouche, de telle sorte que les ailettes d'avant et d'arrière cessaient au même moment d'imprimer au projectile son mouvement de rotation.

Le résultat des expériences ne fut pas favorable au système proposé; on réussit cependant à obtenir, sous l'angle de 35°, une légère augmentation de portée dans le tir à faible charge, mais avec une charge de 4 livres (1^k,811), sous l'angle de 15°, la portée fut considérablement diminuée: à toutes les distances l'erreur en direction fut sensiblement plus grande qu'avec l'obusier rayé d'après le système de Woolwich, le système des rayures accouplées fut donc reconnu défectueux.

On chercha cependant à l'améliorer en modifiant légèrement la forme du flanc directeur des rayures, et l'on tira vingt nouveaux coups avec l'obusier ainsi modifié.

Le tableau suivant permet de comparer les résultats obtenus avec l'obusier à rayures accouplées, avant et après qu'il eût été modifié :

COUPS TIRÉS.	CHARGE.		ANGLE de tir.	PORTÉE moyenne.		ÉCART MOYEN en direction.	
	livres.	kil.	degrés.	yards.	mètr.	yards.	mètr.
10 avec l'obusier modèle primitif.	4	1,811	15	2 621	2 396	4,74	4,33
10 avec l'obusier modifié . .	4	1,811	15	2 578	2 357	4,52	4,13
10 avec l'obusier modèle primitif.	2	0,907	35	2 329	2 129	6,24	5,70
10 avec l'obusier modifié . .	2	0,907	35	2 233	2 020	6,02	5,50

[1] Voir *Revue d'artillerie*, tome IX, p. 173.

Digitized by Google

On voit que dans chaque cas il y a eu une perte fort sensible de portée avec l'obusier modifié, et une diminution insignifiante dans les écarts.

A la même époque, on commença les expériences sur les nouveaux canons de campagne ; trois modèles furent expérimentés : l'un avait les rayures du système Woolwich, l'autre les rayures accouplées du major Maitland, le troisième enfin des rayures multiples (*poly-grooved rifled*)

Le système de rayures accouplées fut définitivement condamné ; le canon à rayures multiples, lançant un projectile muni d'un culot obturateur en cuivre, se montra bien supérieur au système de Woolwich.

Aussi il fut décidé que l'on fabriquerait deux nouveaux obusiers de 6po,3 à rayures multiples à pas progressif.

Pour le premier, le pas initial était de 55 calibres et le pas final de 16 calibres (le même que pour l'obusier rayé d'après le système de Woolwich) ; pour le second, le pas initial était de 100 calibres et le pas final de 35.

Les deux nouvelles pièces furent tirées comparativement avec l'obusier rayé d'après le système de Woolwich ; elles donnèrent des résultats remarquables tant au point de vue des portées que des écarts en direction, comme l'indique le tableau suivant :

BOUCHES A FEU.	CHARGE.		ANGLE de tir.	PORTÉE moyenne.		ÉCART MOYEN en direction.	
	livres.	kil.	degrés.	yards.	mètr.	yards.	mètr.
5 coups avec l'obusier de Woolwich	4	1,811	15	2 871	2 625	3,28	2,99
5 coups avec l'obusier à rayures multiples n° 1.	4	1,811	15	3.029	2 760	4,36	3,98
5 coups avec l'obusier à rayures multiples n° 2.	4	1,811	15	3 164	2 883	1,32	1,20
5 coups avec l'obusier de Woolwich	2	0,907	35	2 159	1 974	7,6	6,94
5 coups avec l'obusier à rayures multiples n° 1.	2	0,907	35	2 748	2 513	6,82	6,23
5 coups avec l'obusier à rayures multiples n° 2.	2	0,907	35	2 801	2 561	1,52	1,38

Digitized by Google

Dans ces essais on n'employa que des projectiles munis d'un culot-obturateur (*gas-check*), ce qui permit de constater les avantages que présentait un système de rayures nombreuses et peu profondes sur le système de Woolwich.

Les culots restaient fixés sur le projectile, tandis que dans le premier cas, forcés de se mouler dans des rayures trop profondes, ils se détachaient presque toujours.

Le canon n° 2, dont l'inclinaison des rayures sur la génératrice était plus faible, fut préféré et on le prit comme type du nouveau modèle à adopter.

Des expériences ultérieures servirent à déterminer la meilleure forme à donner au culot obturateur ; en outre, il fut décidé que l'on adopterait deux culots d'épaisseur différente : l'un pour le tir à forte charge, assez solide pour ne pas être dégradé par le choc des gaz au moment de l'explosion de la charge ; l'autre pour le tir à faible charge, assez mince pour pouvoir céder à la faible tension des gaz et s'imprimer dans les rayures.

Voici la description du modèle du nouvel obusier, dont la mise en service vient d'être difinitivement prononcée.

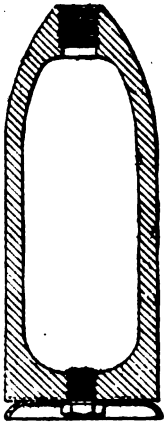
La bouche à feu est construite d'après le système Fraser (1) : un tube intérieur en acier trempé à l'huile, renforcé par un tube de volée en fer forgé et un manchon de culasse également en fer forgé.

Poids de la pièce.		18 cwt (914 kil.) ;
Longueur totale.		56 p^{po} (1^{m},42) ;
Longueur d'âme.		45^{po} (1^{m},14) ;
Longueur de la chambre		5^{po},3 (0^{m},134) ;
Longueur de la partie rayée. . .		39^{po},7 (0^{m},989) ;
Rayures.	Nombre.	20 ;
	Largeur.	0^{po},5 (12^{mm},6) ;
	Profondeur.	0^{po},1 (2^{mm},5) ;
	Pas initial	100 calibres ;
	Pas final.	30 calibres.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, tome I, p. 270.

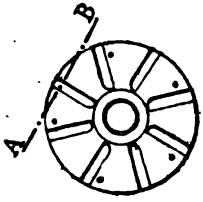
Digitized by Google

La bouche de la pièce est légèrement évasée afin de faciliter l'introduction des projectiles; les rayures se terminent brusquement par un ressaut à l'entrée de la chambre.



L'obus n'a pas d'ailettes, mais un culot obturateur qui suffit à la fois pour assurer le forcement et le mouvement de rotation du projectile.

Sur le culot de l'obus sont ménagées huit rainures rayonnantes en forme de coin, coupe AB, qui sont venues de fonte; elles sont destinées à recevoir les saillies correspondantes dont est pourvu le culot obturateur.



Le culot obturateur est formé d'une feuille de cuivre à laquelle on donne la forme et les dimensions voulues par étampage. Il porte sur son contour des saillies qui s'engagent dans les rayures et, venant butter contre le ressaut, arrêtent le projectile à la position de chargement et l'empêchent de pénétrer dans la chambre.

Coupe AB

Ce culot est fixé à la base du projectile par un bouchon fileté en bronze. Cinq lumières de $0^{po},2$ de diamètre sont percées dans le culot obturateur près du bord extérieur, afin de rendre possible l'inflammation de la fusée à temps.

Les dimensions de l'obus sont les suivantes :

Hauteur totale	16^{po} ($0^{m},406$);
Diamèt. de la partie cylind.	$6^{po},25$ ($0^{m},157$);
Diamèt. maximum du culot.	$6^{po},46$ ($0^{m},164$);
Poids de l'obus vide. . . .	59 livres 7 onces ($26^{k},959$);
Poids du culot obturateur. .	1 livre 14 onces ($0^{k},477$);
Poids du bouchon.	1 livre $\frac{1}{4}$ ($0^{k},567$);

Digitized by Google

Poids de la charge d'éclatement.	7 livres (3^k,175);
Poids total de l'obus chargé.	69 livres 5 onces $\frac{1}{4}$ (31^k,411).

Un grand nombre d'obusiers de 6^{po},3 ont été mis en commande pour l'équipage de siége et déjà leur approvisionnement en munitions est prêt.

(*The Engineer.*)

Angleterre : Modification au tracé de la bouche des canons de gros calibre. — Pour faciliter le chargement des canons de gros calibre, on a pensé qu'il était avantageux d'élargir l'ouverture de la bouche d'un demi-pouce (13 millimètres), en enlevant cette épaisseur de métal sur une profondeur de 2 pouces (51 millimètres) environ.

Cette modification, nommée *bell mouthing* (évasement en cloche), doit être appliquée à tous les canons en service, du calibre de 10 pouces (254 millimètres) et au-dessus. On a envoyé des ouvriers pour transformer, suivant ce système, les canons des forts et des batteries.

(*Army and Navy Journal.*)

Angleterre : Artillerie Krupp. — A la suite d'offres de service faites récemment au gouvernement anglais, M. Krupp adressait au *Times* une lettre dans laquelle il affirmait que, pendant la guerre franco-allemande, tous les canons employés, à l'exception de 4 ou 5, n'avaient nécessité que de légères réparations ; et que, sur un nombre de plus de 17 000 canons fabriqués par lui depuis 1847, il n'y en avait eu que 18 mis hors de service.

En regard de cette affirmation, il est bon de mettre deux aveux antérieurs de M. Krupp lui-même :

Le 15 mai 1875 le major Haig ayant lu devant la Société de *Royal-Artillery* un rapport dans lequel il constatait que 200 canons Krupp avaient été mis hors de service pendant la guerre franco-allemande, M. Krupp, dans une

Digitized by Google

lettre adressée à l'*Engineering*, dut reconnaître les assertions du major Haig.

Le 28 mai 1875, M. Krupp écrivait au *Times* que, sur 13000 canons fabriqués par lui jusqu'à cette date, 17 seulement avaient été mis hors de service ; et, sur ces 17 accidents, 11 devaient être imputés à des imperfections de différentes sortes.

Les cas de rupture suivants, qu'on ne saurait attribuer à des imperfections, ont déjà été énoncés dans le 19e volume de l'*Engineering* :

En 1865, un canon de 9 pouces éclata en Russie après le 410e coup.

En 1866, un canon de 9 pouces éclata en Russie après le 56e coup.

En 1869, un canon de 8 pouces éclata à Berlin après le 650e coup.

En 1871, un canon de 11 pouces éclata au fort Constantin.

En 1872, un canon de 15 livres éclata à Berlin après le 557e coup.

En 1875 un canon de 9 pouces 3/4 éclata avec une faible charge de poudre; une commission prussienne attribua l'accident à un défaut de qualité du métal.

En 1865, un canon de 9 pouces 1/2 éclata en Russie au 66e coup.

En 1865, un canon de 8 pouces 1/2 éclata au 96e coup.

En 1866, un canon de campagne éclata à Berlin et tua trois cadets.

En 1866, pendant la guerre austro-prussienne, six canons de campagne éclatèrent.

En 1867, un canon de 7 pouces éclata au 2e coup d'épreuve à Woolwich.

En 1867, un canon de 4 livres éclata à Tegel près de Berlin.

En 1868, un canon de 8 pouces éclata à bord d'une frégate russe ; il y eut 12 hommes tués ou blessés.

Digitized by Google

En 1872, un canon de 11 pouces éclata à la volée, à 3 pieds environ de la bouche.

Si aux 19 cas énumérés ci-dessus on ajoute les 11 cas que M. Krupp attribue à des imperfections, si l'on tient compte des 200 canons mis hors de service pendant la guerre franco-allemande, on est bien loin des 17 cas reconnus par M. Krupp dans sa lettre du 28 mai 1875. Il faut ajouter, en outre, qu'il est bien difficile d'admettre qu'il ne se soit présenté qu'*un* seul accident sur les 4000 canons qu'il a fabriqués depuis et dont un grand nombre vient d'être employé dans la guerre russo-turque.

(*Engineering.*)

Hollande : Tir contre des plaques de blindage de diverses provenances. — La marine hollandaise a exécuté, pendant les mois d'août et de septembre 1877, un tir assez intéressant contre des plaques de blindage livrées, à titre d'échantillons, par diverses usines.

Il y en avait six, deux provenant de l'usine française Marrel, deux de Duus, agent de l'usine suédoise de Sandvik, et une de chacune des compagnies anglaises Cammell et Brown ; leurs dimensions sont données ci-dessous :

	HAUTEUR.	LARGEUR.	ÉPAISSEUR.
	—	—	—
Marrel	2m,65	0m,91	0m,254
Cammell	2 ,75	0 ,91	0 ,252
Brown	2 ,75	0 ,91	0 ,250
Duus	2 ,75	0 ,91	0 ,234

Les plaques de Duus étaient en acier ; les autres en fer forgé.

Pour le tir elles étaient disposées de la manière suivante : trois plaques, Cammell, Marrel et Duus étaient placées, le grand côté vertical, et trois autres, Brown, Marrel et Duus, le grand côté horizontal contre un matelas de bois de teck. Les plaques horizontales avaient une légère courbure, 12 centimètres de flèche environ.

Digitized by Google

Les plaques verticales étaient appuyées contre deux lits de lambourdes horizontales et verticales, ayant respectivement des épaisseurs de 31c,5 et de 30c,5 et soutenues en arrière par 5 lambourdes horizontales de 20c,5 et 4 lambourdes verticales de 39c,5. Cet échafaudage était solidement établi sur un navire.

Au milieu de chacune des plaques on avait peint un cercle blanc de 200 millimètres de diamètre.

On tira contre elles, le 21 août 1877, avec un canon Krupp de 17c, long, fretté, disposé sur le vaisseau-école de l'artillerie *Het-Loo;* les projectiles employés furent des obus Krupp en fonte dure, à ceintures de cuivre, lestés avec du sable au poids de 59k,8; la charge du canon étant de 15k,5 de poudre à gros grains (poudre Pebble); le rapport du poids de la charge à celui du projectile était donc à peu près de $\frac{1}{4}$, exactement de 3,85. La vitesse initiale était de 488 mètres; le but se trouvant à une distance de 100 mètres, la vitesse d'arrivée était de 478 mètres.

La force vive d'arrivée était de 696,4 tonnes-mètres; par centimètre de circonférence du projectile elle était de 13 tonnes-mètres et par centimètre carré de la section, de 3,05 tonnes-mètres.

Le roulis du vaisseau-école, occasionné par un vent violent, rendit le pointage fort difficile; les projectiles dévièrent sensiblement à gauche, mais atteignirent cependant les cibles. Voici les résultats obtenus:

TABLEAU.

Digitized by Google

NUMÉROS des coups.	NATURE DES PLAQUES.	EFFET PRODUIT sur la plaque.	ÉTAT DU PROJECTILE.	OBSERVATIONS.
1	Plaque en fer de Cammell de 252 millimètres, verticale.	Le projectile reste dans la plaque, le culot enfoncé de 11 centimètres.	Un morceau se détache du culot.	Pas de fente dans la plaque.
10		Les projectiles, ayant dévié trop à gauche, atteignent le coin de la plaque, en enlèvent une partie, et traversent obliquement le matelas de bois.	—	—
11			—	—
2	Plaque en fer Marrel, de 254 millimètres, verticale.	Le projectile traverse la plaque, et se fiche dans le bois, le culot enfoncé de 4 centimètres.	Le culot est intact.	La plaque est traversée, mais il n'y a pas de fente.
9		Le projectile traverse la plaque et une grande partie du matelas de bois, le culot enfoncé de 42 centimètres.	Le culot est brisé.	
6	Plaque en fer Marrel, de 254 millimètres, horizontale.	Le projectile s'enfonce dans la pla ue le culot restant en saillie de 1 centimètre.	Un morceau se détache du culot.	Pas de fente.
5	Plaque en fer Brown, de 250 millimètres, horizontale.	Le projectile atteint un des coins, traverse la plaque et le matelas, et brise les lambourdes.	Le projectile se brise ; des éclats sont retrouvés derrière la cible.	—
7		Le projectile traverse la plaque et le matelas.	—	Pas de fente.
3	Plaque en acier Duus de 234 millimètres, verticale.	La pointe du projectile traverse la plaque.	Le projectile est brisé, et les éclats sont rejetés en avant de la cible.	La plaque est fendue transversalement.
8		Id.	Id.	Id.
4	Plaque en acier Duus de 234 millimètres, horizontale.	Id.	Le projectile est rejeté en arrière et est retrouvé tout entier.	La plaque est fendue dans plusieurs directions.

Digitized by Google

On peut en conclure que les projectiles en fonte dure de 17c donnent d'excellents résultats, puisqu'ils traversent tous des plaques de très-bonne qualité ayant une épaisseur de 1 calibre et demi.

Les plaques en fer forgé sont complétement traversées et le matelas en bois est plus ou moins entamé; aucune fente ne se produit dans ces plaques.

Les plaques en acier sont également traversées, bien que les projectiles rebondissent sur elles, en entier ou en morceaux; le matelas en bois reste intact, mais les plaques sont fendues, et ces fentes s'agrandissent encore après le coup. Les projectiles entiers aussi bien que leurs éclats étaient froids.

Le 8 septembre 1877, on continua les expériences avec un canon de 9 pouces ($228^{mm},6$) Armstrong, se chargeant par la bouche, installé sur le bélier *le Scorpion,* à une distance de 113 mètres du but. La charge était de $22^{k},7$ de poudre à gros grains (poudre Pebble); le projectile était un obus en fonte dure Palliser, lesté au poids de $113^{k},5$; le rapport du poids de la charge à celui du projectile était donc de $\frac{1}{5}$. La vitesse d'arrivée était de 408 mètres; la force vive totale au choc était de 962,9 tonnes-mètres; par centimètre de circonférence du projectile, elle était de 13,33 tonnes-mètres et par centimètre carré de la section de 2,32 tonnes-mètres.

On obtint les résultats suivants :

TABLEAU.

Digitized by Google

Nos des coups.	NATURE DES PLAQUES.	EFFET PRODUIT sur la plaque.	ÉTAT DU PROJECTILE.	OBSERVATIONS.
1	Plaque en acier de Duus, de 234 millimètres, verticale.	Le projectile frappe sur un trou produit par le canon de 17c, traverse la plaque et le matelas, et bouleverse l'échafaudage. La plaque est hors de service.	Le projectile se brise en morceaux; on retrouve de nombreux éclats derrière la cible.	La plaque est fendue dans plusieurs directions.
4	Plaque en acier Duus de 234 millimètres, horizontale.	Le projectile frappe au milieu du bord supérieur de la plaque, et traverse le matelas en y mettant le feu. La plaque est hors de service	—	La plaque est fendue dans plusieurs directions.
2	Plaque en fer Marrel de 254 millimètres, horizontale.	Le projectile frappe le bord inférieur de la plaque, traverse le matelas en bouleversant les lambourdes.	Le projectile se brise ; les éclats tombent derrière la cible.	Pas de fente.
3		Le projectile frappe la plaque en haut à droite, et ne traverse pas ; sa pointe reste fichée dans la plaque.	Le projectile se brise ; les éclats rebondissent en avant du but.	Une fente se produit dans la plaque.
7		Le projectile frappe la plaque en haut, à gauche, traverse le matelas en bouleversant les lambourdes.	—	Pas de fente.
5	Plaque en fer Marrel de 254 millimètres, verticale.	Le projectile frappe à droite le bord inférieur de la plaque, et ne traverse pas; sa pointe reste fichée dans la plaque.	Le projectile est brisé.	Id.
6		Le projectile frappe à gauche le bord inférieur de la plaque, près d'un trou produit par le canon de 17c, et traverse la plaque et le matelas.	—	Id.
9		Le projectile frappe la plaque en bas et vers le milieu ; sa pointe reste fichée dans la plaque.	Le projectile est brisé.	Id.
8	Plaque en fer Brown de 250 millimètres, horizontale.	Le projectile frappe à gauche le bord supérieur de la plaque, et traverse la plaque et le matelas.	—	Id.
10	Plaque en fer Cammell de 252 millimètres, verticale.	Le projectile frappe le bord inférieur de la plaque, et ne traverse pas.	Le projectile est brisé.	Id.

Digitized by Google

En résumé, malgré la différence des calibres, l'effet produit par les obus de 9 pouces est bien moindre que celui obtenu avec le canon de 17ᶜ long fretté ; il n'y a que la plaque horizontale Marrel, qui ait été traversée au 7ᵉ coup, sans que le projectile eût frappé sur un coin ou sur un trou déjà fait.

Les projectiles Palliser sont inférieurs aux projectiles Krupp ; ils se sont presque tous brisés, même ceux qui ont frappé sur des trous déjà faits ou sur le bord des plaques ; ils se sont réduits en très-petits fragments, qui étaient brûlants.

Les plaques en acier ont fini par tomber en morceaux ; les plaques en fer ne se sont jamais fendues, à l'exception d'une plaque Marrel.

(*Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens.*)

Portugal : Réorganisation de l'artillerie. — Le gouvernement portugais vient de décréter plusieurs lois militaires dont les plus importantes sont :

1° La création d'une école de torpilles, qui comprendra 1 compagnie de torpédistes et le personnel des ateliers de construction ; elle sera chargée de l'organisation de la défense des ports et des côtes, et de la fabrication et des approvisionnements de tous les engins nécessaires.

2° La création d'une école de cavalerie.

3° La mise en état de défense de Serra don Monsanto (au N.-E. de Castello-Brancos), qui deviendra une forteresse de 1ʳᵉ classe.

4° La réorganisation de l'artillerie. Les deux régiments d'artillerie de campagne comprendront chacun 10 batteries montées, qui auront chacune 4 pièces en temps de paix. L'effectif d'une batterie sur le pied de paix a été réduit à 32 servants, 32 conducteurs et 28 mulets.

Les batteries de montagne formeront un corps à part sous la dénomination de *brigade d'artillerie de montagne.*

Le régiment d'artillerie à pied comprendra 12 compa-

Digitized by Google

gnies, dont l'effectif restera sur le pied actuel. Toutefois l'effectif des compagnies des îles Açores et Madère sera réduit de 60 hommes; et celui de la compagnie de Saint-Julien de Barre augmenté de 120 hommes.

L'effectif des officiers d'artillerie est augmenté de 1 major et de 8 capitaines. (*Militär-Wochenblatt.*)

Russie : Adoption de projectiles à ceintures de cuivre pour les canons de 6, 8, 9, et 11 pouces. — Le gouvernement russe a récemment adopté l'emploi des ceintures de cuivre pour le montage des projectiles de gros calibre destinés au tir des bouches à feu de siége, place, côte et marine de 6, 8, 9, et 11 pouces (152, 203, 229, et 279^{mm}).

Cette décision a été prise à la suite de nombreuses expériences que le Comité de l'artillerie russe faisait poursuivre depuis l'année 1874 (¹), dans le but d'augmenter la justesse du tir de ces bouches à feu.

On proposa d'abord d'appliquer aux mortiers de 9 et 11 pouces, en fonte, dont le projet venait d'être établi, par l'usine d'Oboukhoff, le système de rayures adopté par la marine française pour ses bouches à feu modèle 1870. Ces rayures différaient surtout de celles en usage en Russie, pour le tir des projectiles à chemise de plomb, en ce que leur pas était progressif au lieu d'être constant, leur profondeur et leur largeur moindres. Mais l'adoption de ce nouveau système de rayures, aurait entraîné une transformation complète des bouches à feu anciennes.

Aussi le Comité fit fabriquer des projectiles à ceintures de cuivre destinés à être tirés avec les bouches à feu de 6 et 9 pouces à rayures anciennes. Des expériences du même genre faites en Italie avaient donné d'excellents résultats.

Après de nombreux essais pour la pose des ceintures, l'usine Nobel parvint à les fixer solidement sur les projectiles. Les expériences de tir donnèrent les résultats suivants : à 1700 mètres environ, le projectile muni de 3 cein-

(¹) Voir *Revue d'artillerie*, t. VIII, p. 268; IX, p. 185; X, p. 198 et 399, et XI, p. 379.

Digitized by Google

tures donna, dans le tir vertical, une justesse 1 fois $\frac{1}{2}$ plus grande que celle du projectile ordinaire à chemise de plomb. Le Comité en conclut que l'on pouvait employer avec avantage, pour le tir des anciennes pièces, des projectiles munis de plusieurs ceintures.

Cependant la question ne fut point encore définitivement résolue; les rayures progressives présentaient en effet de grands avantages tant au point de vue de la conservation de la ceinture qu'au point de vue de la facilité de donner au projectile la vitesse de rotation voulue; mais avec un pareil système de rayures on ne pouvait employer qu'une seule ceinture de forcement. Aussi le Comité fit essayer le tir, dans une bouche à feu à rayure ordinaire, d'un projectile muni d'une seule ceinture de forcement. Les expériences eurent lieu au polygone de Valkovaïépolé; avec une pièce Krupp de 11 pouces (28c), tirée à la charge de 49 kil. de poudre prismatique à la densité de 1,75, les résultats furent considérés comme satisfaisants par le Comité, et dès lors la transformation des bouches à feu de gros calibres et de leurs projectiles fut décidée en principe.

Le Comité a fait établir le nouveau tracé des projectiles, ainsi que celui de la chambre et de l'âme des bouches à feu. Les nouvelles rayures sont à pas progressif; les projectiles munis de deux ceintures de cuivre, dont une de forcement, l'autre de centrage.

Cette transformation doit être appliquée à toutes les bouches à feu en acier de 6, 8, 9 et 11 pouces.

Le projectile destiné au calibre de 11 pouces doit avoir 2,8 calibres de longueur; ce qui correspond, pour le projectile en fonte ordinaire, à un poids de 225 kil., et pour les projectiles en fonte durcie et en acier, au poids de 258 kil. (1).

(1) Le Comité n'osait pas adopter une aussi grande longueur pour les projectiles du mortier de 11 pouces destiné au tir indirect, mais l'adjoint au grand-maître de l'artillerie n'a pas partagé les hésitations du Comité et a jugé inutile de faire des expériences à ce sujet. Les projectiles des mortiers doivent donc avoir 2,8 calibres de longueur comme ceux des autres bouches à feu du même calibre.

Digitized by Google

Pour les canons de 9 pouces, les mortiers de 8 pouces et les bouches à feu en acier frettées de 6 pouces, le projectile ne doit avoir que 2,5 calibres. Comme on emploie en Russie, par raison d'économie, de l'acier de qualité inférieure pour la fabrication des projectiles, on donne aux projectiles d'acier la même épaisseur de parois que s'ils étaient en fonte ; seulement pour que le poids soit le même, quel que soit le métal employé, on diminue un peu la longueur du projectile en acier.

Les projectiles d'acier seront peints en gris, ceux en fonte en noir; les bouches à feu du nouveau système seront peintes en gris.

Les nouvelles bouches à feu doivent être dénommées bouches à feu modèle 1877.

La transformation, actuellement décidée en principe, ne s'opérera que successivement; elle ne sera applicable immédiatement qu'aux commandes des années 1878 et suivantes. Quant aux pièces actuellement en cours de fabrication, elles recevront les modifications relatives à la chambre, et tireront les projectiles à ceintures de cuivre.

Les pièces anciennes, dont la transformation est ajournée, consommeront l'approvisionnement existant de projectiles à chemise de plomb. Seulement, afin d'améliorer leur tir, on essaiera de les tirer avec une charge un peu plus forte (52 kil. de poudre prismatique à la densité de 1,75). Toutefois cette charge, avec laquelle on obtient une plus grande justesse, ne sera employée qu'autant que la résistance des affûts et des plates-formes le permettra.

Russie : Emploi du cupro-manganèse. — Le Comité de l'artillerie russe a été récemment chargé d'examiner s'il y avait lieu d'essayer l'emploi du cupro-manganèse pour la fabrication des bouches à feu.

Les inventeurs de ce nouvel alliage avaient cherché à obtenir un métal possédant les qualités de l'acier sans en avoir les défauts.

Le Comité, s'appuyant sur les résultats obtenus par le

Digitized by Google

colonel Lavroff et M. Küntzel [1] en 1868 et 1869, jugea que l'alliage proposé ne possédait pas les qualités requises pour un métal à canon. En effet, si la limite délasticité était très-grande, la résistance à la rupture et l'allongement étaient au contraire très-faibles ; le métal n'était donc pas suffisamment ductile.

Cependant, comme, d'après l'avis de M. Küntzel, les alliages, binaires de cuivre et manganèse, et ternaires de cuivre, étain et manganèse, ont la propriété de bien remplir les moules pendant la coulée, de donner une très-faible liquation, et de fournir des lingots très-sains, le Comité pensa qu'il convenait d'essayer l'emploi du cupro-manganèse, ainsi que du bronze au manganèse, pour la coulée des pièces du matériel autres que les bouches à feu.

(Extraits du *Journal d'artillerie russe.*)

Suisse : Étude sur les fusées à temps. — Le point capital à obtenir dans les fusées à temps est la régularité de combustion de la composition fusante. Le tableau suivant montre quelle est l'influence d'un écart de $\frac{1}{10}$ de seconde dans la durée, pour les diverses pièces en service chez les principales puissances européennes.

BOUCHES A FEU.		VITESSE INITIALE.	Écart pour une durée de 1/10 de seconde.	VITESSE RESTANTE à 1 000 mètres.	Écart pour une durée de 1/10 de seconde.	VITESSE RESTANTE à 2 000 mètres.	Écart pour une durée de 1/10 de seconde.	VITESSE RESTANTE à 3 000 mètres.	Écart pour une durée de 1/10 de seconde.
Canons de campagne allemands	de 8c. . . .	465	46,5	330	33,0	272	27,2	239	23,9
	de 9c. . . .	444	44,4	320	32,0	264	26,4	235	23,5
Canons de campagne français	de 5	417	41,7	321	32,1	260	26,0	217	21,7
	de 7	390	39,0	305	30,5	267	26,7	236	23,6
Canons de campagne autrichiens	de 8c. . . .	428	42,8	308	30,8	255	25,5	225	22,5
	de 9c. . . .	448	44,8	326	32,6	270	27,0	240	24,0
Canons de campagne italiens	de 7c. . . .	400	40,0	294	29,4	235	23,5	199	19,9
	de 9c. . . .	450	45,0	»	»	»	»	»	»
Canons de campagne suisses	de 8c. . . .	396	39,6	320	32,0	265	26,5	215	21,5
	de 10c. . . .	388	38,8	300	30,0	240	24,0	190	19,0

[1] KÜNTZEL, *Essais sur l'emploi de divers alliages.* — Bruxelles, 1870.

Digitized by Google

Pour une même différence de durée de combustion des fusées, les écarts sont bien plus grands aux petites distances; mais il faut remarquer que ces écarts dans les intervalles d'éclatement ont une importance moindre aux petites distances, parce que la trajectoire est très-tendue, et que les éclats et les balles, frappant le sol sous des angles très-faibles, couvrent un grand espace de terrain et peuvent encore agir par ricochet. Aux grandes distances au contraire, ces écarts deviennent très-importants; car les zones dangereuses sont faibles et les ricochets sont sans effet.

Les écarts les plus grands et les plus petits, pour une différence de $\frac{1}{10}$ de seconde dans la durée de la fusée, se produisent avec le canon de 8^c allemand et avec le canon de 7^c italien : ils sont respectivement, aux distances de 1 000, 2 000 et 3 000 mètres, pour le canon allemand, de 33^m, 27^m,2 et 23^m,9, et pour le canon italien, de 29^m,4, 23^m,5 et 19^m,9 : ce qui peut amener des différences, dans les intervalles d'éclatement, de 66^m, 54^m,4 et 47^m,8 pour le premier et de 58^m,8, 47^m et 39^m,8 pour le deuxième. Ces différences sont sensiblement plus grandes que les intervalles d'éclatement normaux, qui doivent varier de 30 à 50 mètres; aussi l'on peut en conclure que des variations d'un dixième de seconde dans la durée de la fusée ne sont pas admissibles pour les pièces de campagne et ne répondent pas à la précision qu'on est en droit d'exiger d'elles.

Voyons maintenant à quel degré de régularité on peut arriver dans la combustion des compositions fusantes. Les résultats donnés dans le tableau suivant ont été obtenus avec des fusées à temps (système Krupp), provenant de la fabrique de Reishauer et Bluntschli. Les mesures des durées de combustion étaient prises à l'aide d'un appareil électrique, pour 10 fusées à chaque graduation.

TABLEAU.

Digitized by Google

GRADUATION.	DURÉE MOYENNE de combustion.	ÉCART MAXIMUM.	ÉCART MINIMUM.	ÉCART MOYEN.
	secondes.			
0	0,66	0,09	0,00	0,045
10	2,09	0,09	0,01	0,047
20	4,06	0,06	0,01	0,033
30	5,96	0,09	0,02	0,045
40	7,79	0,09	0,02	0,046
50	9,71	0,13	0,01	0,048

Ainsi, en nombre rond, la variation moyenne qui se produit dans la durée de combustion est de 0,05 de seconde et la variation maximum de 0,1. Les écarts qui en résultent pour les intervalles d'éclatement sont donc moitié moins grands que ceux que nous avons donnés précédemment: les écarts les plus forts se produisent avec le canon allemand de 8^c et sont respectivement, aux distances de 1000, 2000 et 3000 mètres, de $16^m,5$, $13^m,6$ et $11^m,9$; les écarts les plus faibles ont lieu avec le canon italien de 7^c et sont, aux mêmes distances, de $14^m,7$, $11^m,7$ et $9^m,9$. Les différences dans les intervalles d'éclatement ne dépassent donc pas 40 mètres dans la plupart des cas; ce qui donne une précision suffisante.

Il y a lieu de remarquer que les variations de durée sont sensiblement les mêmes avec toutes les graduations de la fusée, ce qui montre que la composition fusante est tassée d'une manière parfaitement homogène; elles se produisent même quand la fusée est au zéro, ce qui ne peut tenir qu'à la transmission de la flamme à la composition fusante et de là à la chambre à poudre.

Du reste, les variations barométriques n'ont que peu d'influence sur la durée de combustion des fusées. D'après les expériences de M. Dufour à Lausanne, pour une variation de 1 millimètre dans la pression atmosphérique, il y aurait une variation de 0,0011 seconde dans la durée; et d'après Pouillet, dans une période de vingt ans, la plus grande différence observée à Paris dans les pressions

Digitized by Google

atmosphériques a été de $42^{mm},5$. La variation de durée produite par les variations de la pression atmosphérique est donc au maximun de $0,0011 \times 42,5 = 0,046$ seconde; ce qui porterait tout au plus la variation moyenne de la durée donnée plus haut à $0,05 \pm 0,023 = 0,068$ seconde.

Quant à la pression due au trajet du projectile dans l'air, elle augmente sans doute la rapidité de la combustion; mais on peut admettre que cette augmentation est constante, quand il s'agit d'un même projectile tiré dans une même bouche à feu; et on en tiendra facilement compte dans l'établissement des tables de tir.

(*Zeitschrift für die Schweizerische Artillerie.*)

Le Gérant : CH. NORBERG.

Digitized by Google

HISTORIQUE DES ÉTUDES

FAITES A CALAIS

SUR LES CANONS RAYÉS DE CAMPAGNE

INTRODUCTION.

(*Suite.*) (1)

CHARGEMENT PAR LA CULASSE.

Une étude complète du chargement par la culasse, depuis l'origine jusqu'en 1870, quelque résumée qu'elle fût, ne pourrait trouver place dans cette introduction (2). Il ne sera donc question ici que des travaux faits, quelques années avant la guerre, soit au Dépôt central, soit à l'atelier de Meudon.

DÉPOT CENTRAL.

Les premiers essais sur le chargement par la culasse, faits dans les ateliers du Dépôt central, remontent aux années 1858 et 1859. Ils ont été entrepris, sur la demande de l'Empereur, par le colonel Treuille de Beaulieu, alors directeur de l'atelier de précision qui, depuis longtemps déjà, s'occupait de cette question. Mêlés aux études sur les canons à grande portée, ils semblaient alors, d'après les idées reçues, ne devoir intéresser que l'artillerie de la marine (3).

(1) Voir *Revue d'artillerie*, tome XII, page 289, juillet 1878.

(2) Voir le Rapport de Calais, n° 86 (2e mission), deuxième partie : *Fermetures de culasse et obturateurs*.

(3) Voir *Mémorial de l'artillerie de marine*. Historique des expériences entreprises par le département de la marine pour la recherche d'un système de chargement par la culasse. Tome IV, page 507, et tome V, page 303.

Digitized by Google

Cependant, vers la même époque, quelques canons étrangers, se chargeant par la culasse, avaient été, de la part de l'artillerie de terre, l'objet d'études et, quelquefois même, d'expériences dont les résultats furent soumis à l'examen du Comité.

C'est ainsi que l'on s'était occupé, vers 1847, du canon rayé Cavalli, déjà proposé à la marine par son inventeur, officier de l'artillerie sarde.

En 1855, on avait expérimenté à Vincennes un canon de 24 en fonte, à fermeture du système Wahrendorff, lançant un boulet sphérique. Les propositions faites au gouvernement français par M. Wahrendorff, maître de forges en Suède, remontaient à l'année 1842, et un de ses canons avait été éprouvé à Gâvre par la marine cette même année.

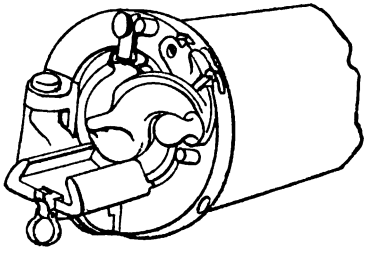
En 1855, M. Engström, lieutenant de vaisseau dans la marine suédoise, présenta une nouvelle bouche à feu non rayée, se chargeant par la culasse, qui, expérimentée une première fois à Vincennes de 1857 à 1858, fut d'abord jugée défavorablement.

Les expériences furent cependant reprises en 1861, et, en présence des nouveaux résultats obtenus, du moins pour tout ce qui avait rapport au chargement par la culasse et au mode d'obturation, le Comité émit, en 1862, l'avis qu'il y avait lieu de comparer ce mode de fermeture à celui du colonel Treuille de Beaulieu, qui avait donné, à la suite de longues épreuves, des résultats assez satisfaisants pour que la marine se fût décidée, la même année, à le mettre en service pour quelques-unes de ses pièces à grande puissance.

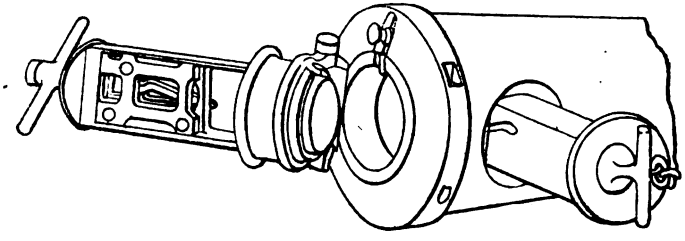
On ne donna point alors suite à cet avis du Comité, et le système Engström fut mis de côté. Dans les études continuées depuis à l'atelier de précision, sous la direction du colonel Treuille, pour l'application du chargement par la culasse aux bouches à feu en bronze de l'artillerie de terre, on ne s'occupa plus que de deux

Digitized by Google

modes de fermeture : le *système à vis à filets interrompus,*



ou système *Treuille de Beaulieu* (1), et le *système à piston et à verrou* ou *Wahrendorff,* qui, laissé de côté une première



fois à la suite d'essais malheureux, avait été de nouveau remis à l'étude.

C'est seulement en 1867, après plusieurs années d'études, que commencèrent les expériences sur les canons en bronze, se chargeant par la culasse.

Canons de 8 se chargeant par la culasse. — En même temps que l'on abordait la question de la transformation des anciens canons lisses du calibre de 8 en bouches à feu rayées du modèle réglementaire, le Ministre autorisait le Dépôt central à transformer deux de ces mêmes canons de 8 en pièces se chargeant par la culasse.

En appliquant ainsi à d'anciennes pièces le système de chargement par la culasse, on se proposait de rechercher, avec le moins de dépense possible, le meilleur système

(1) L'emploi de la *vis à filets interrompus* pour les fermetures de culasse des bouches à feu avait été proposé, dès 1842, par le capitaine Treuille de Beaulieu, dans un mémoire adressé, cette même année, au Ministre de la guerre.

Digitized by Google

de fermeture et les moyens d'obturation les plus avantageux, puis, en même temps, d'étudier ce nouveau système de bouches à feu comme mécanisme, comme rayures et comme projectiles.

Ces deux premiers canons ayant donné d'assez bons résultats dans des essais préliminaires exécutés au commencement de l'année 1868 par l'École de Versailles, le Comité demanda au Ministre l'autorisation de faire transformer six autres canons de 8 au chargement par la culasse. Aussitôt terminées, les nouvelles pièces furent envoyées au camp de Châlons pour y être soumises à une série complète d'expériences, afin que l'on pût réunir tous les éléments indispensables pour éclaircir la question du chargement par la culasse et s'assurer par un tir prolongé que les pièces remplissaient réellement les conditions de sécurité que l'on devait exiger de pièces de campagne.

Rayures. — Les canons de 8 lisses transformés au chargement par la culasse avaient été rayés d'après le système prussien (¹) modèle 1864; les rayures, au nombre de 16, étaient en coin et de profondeur uniforme.

Diamètre de l'âme sur les cloisons. . .	108^{mm},6
Id. au fond des rayures .	111^{m} ,2
Pas du flanc directeur de la rayure . .	5 ,0

Mécanisme de fermeture. — La moitié des pièces avait reçu le mécanisme de fermeture du système Wahrendorff, tel que l'avaient appliqué les Belges à leurs canons se chargeant par la culasse; l'autre moitié, le mécanisme de fermeture du système Treuille de Beaulieu.

Les deux mécanismes fonctionnèrent également bien. Sans se prononcer d'une façon définitive, la Commission de Châlons donna cependant la préférence au mécanisme Treuille qui, bien que plus délicat que le Wahrendorff, avait l'avantage de se manœuvrer plus rapidement et plus commodément, et de n'exiger qu'un seul homme, tandis

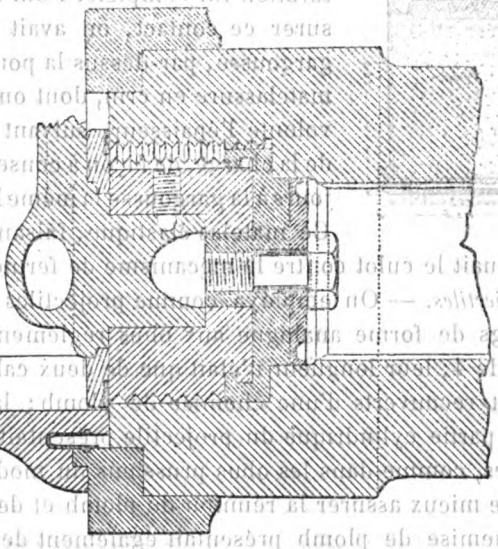
(¹) Artillerie prussienne. (*Revue d'artillerie*, t. I, p. 13.)

Digitized by Google

que l'autre nécessitait le concours de deux servants, l'un pour la manœuvre du piston, l'autre pour celle du verrou.

Obturation. — Dans les deux premiers canons, destinés aux essais préliminaires, le mode d'obturation était différent. Avec le mécanisme de fermeture du système Treuille, on avait employé un culot obturateur métallique fixé en avant de la vis de fermeture, tandis que, avec le mécanisme Wahrendorff, l'obturation était assurée au moyen d'un culot obturateur en carton, tel que l'employaient alors les artilleries prussienne et belge.

L'obturateur métallique donna de très-bons résultats comme obturation, mais l'expansion de la coupelle en



acier détermina dans le bronze de la bouche à feu un refoulement en forme de gorge. Aussi, tant qu'il fut garni de cette coupelle, le mécanisme Treuille ne fonctionna qu'avec une difficulté toujours croissante, et l'on fut obligé d'avoir recours à l'emploi d'un levier pour ouvrir la culasse.

Les culots obturateurs en carton embouti, pleins ou évidés au centre, et garnis à la circonférence d'une bande de laiton,

Digitized by Google

donnèrent, eux aussi, dans les conditions normales, une bonne obturation et ne présentèrent pas les mêmes inconvénients que la coupelle métallique. Aussi leur donna-t-on la préférence, et, dans les expériences faites au camp de Châlons avec les six nouvelles pièces, ils furent employés à l'exclusion de tout autre mode d'obturation.

Seulement, on reconnut qu'il était indispensable de réunir ces culots au sachet, non-seulement pour éviter tout oubli et augmenter la rapidité du chargement, mais surtout pour permettre de les appliquer plus exactement sur la tranche de la culasse mobile, condition indispensable pour que l'obturation fût complète. Pour mieux assurer ce contact, on avait fixé à la gargousse, par-dessus la poudre, une matelassure en crin, dont on variait à volonté l'épaisseur, suivant le poids de la charge, de façon à conserver toujours à la gargousse la même longueur. Ce matelas élastique, faisant ressort, appliquait le culot contre le mécanisme de fermeture.

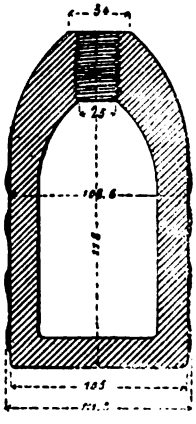
Projectiles. — On employa comme projectiles des obus oblongs de forme analogue aux obus réglementaires de 12 et de 4; leur longueur n'était que de deux calibres. Ils étaient recouverts d'une chemise de plomb; la surface de la partie cylindrique du projectile présentait des cannelures, comme dans les obus prussiens du modèle 1864, afin de mieux assurer la réunion du plomb et de la fonte. La chemise de plomb présentait également des cordons saillants qui seuls pénétraient dans les rayures.

Le poids du projectile tout chargé était de $10^k,200$ et se décomposait ainsi qu'il suit :

Poids de la fonte.	$6^k,500$
— de l'enveloppe de plomb	3 ,000
— de la charge intérieure.	0 ,500
— de la fusée.	0 ,200

Digitized by Google

Dans les essais préliminaires, on reconnut que ce projectile était trop lourd et fatiguait la bouche à feu; on lui en substitua un autre lesté au poids de $8^k,300$. Mais, avec ce projectile allégé, le poids de la chemise de plomb eût été beaucoup trop considérable comparé à celui de la fonte; en outre, son prix de revient était fort élevé. Afin de pouvoir réduire suffisamment l'épaisseur de la chemise de plomb, on supprima les cannelures du projectile et, pour mieux assurer l'adhérence de l'enveloppe, on souda le plomb à la fonte préalablement étamée au zinc, suivant un procédé analogue à celui qui était alors en usage en Angleterre et aussi en Prusse, mais pour les shrapnels seulement. Ce procédé, dit *procédé chimique*, inventé par l'Anglais Bashley-Britten, avait été introduit en France par le colonel Olry, qui, depuis 1867, avait succédé au général Treuille de Beaulieu, comme directeur de l'atelier de précision au Dépôt central.



Les enveloppes fixées sur le projectile par l'un ou l'autre procédé, résistèrent également bien. Toutefois, les enveloppes soudées se comportaient beaucoup mieux que les autres quand le projectile ricochait ou pénétrait dans un obstacle. Aussi, dans les expériences faites au camp de Châlons avec les nouvelles pièces, on n'employa que des projectiles avec chemise de plomb soudée par le procédé chimique. Le poids total de l'obus se répartissait ainsi qu'il suit :

Poids de la fonte.	$6^k,459$
— du plomb	1 ,479
— de la fusée.	0 ,226
— de la charge intérieure	0 ,436
Poids total.	$8^k,600$

Digitized by Google

Emplombage des rayures. — D'après les renseignements venus à cette époque de l'étranger, on redoutait beaucoup, avec les projectiles à chemise de plomb, de voir se produire sur les cloisons ou dans les rayures des dépôts de plomb assez abondants pour gêner le tir. On avait cherché à y remédier au moyen d'un grattoir particulier destiné à enlever ces dépôts et d'un écouvillon dont la tête était revêtue d'une peau de mouton graissée qu'on devait à chaque coup passer dans l'âme de la pièce pour bien la nettoyer et la graisser. De plus, afin de lubrifier l'encrassement, on avait interposé entre la charge et le projectile une capsule de glycérine, et garni, en outre, de fils graisseux les gorges qui séparaient les côtes saillantes de la chemise de plomb[1].

L'emplombage des rayures, si redouté, ne se produisit que fort peu; il est vrai qu'après chaque séance de tir les pièces étaient lavées à grande eau et même quelquefois nettoyées au savon noir. Ces lavages faisaient aisément disparaître l'encrassement, sous lequel se trouvaient de minces dépôts de plomb dont l'épaisseur ne dépassa jamais un dixième de millimètre, quel que fût le nombre des coups tirés.

On renonça donc à l'emploi du grattoir, qui ne faisait que dégrader les rayures, ainsi qu'à celui d'un écouvillon particulier; un écouvillon ordinaire à soies courtes et raides et convenablement graissé fut reconnu suffisant.

On abandonna de même la capsule de glycérine, dont le prix de revient était assez coûteux et l'utilité fort contestée.

Résistance des bouches à feu. — Dans les essais préliminaires, on éprouva la résistance des deux premiers canons

[1] *Projectiles à enveloppe de bois.* — Pour éviter l'emplombage des rayures, on eut, avant de commencer les expériences, l'idée de remplacer l'enveloppe de plomb par une enveloppe de bois. Ces projectiles, moins coûteux que les projectiles emplombés, donnèrent de très-mauvais résultats. On n'en tira que deux dont le mouvement dans l'air fut tout à fait irrégulier; on trouva dans la chambre et dans l'âme des traces de battements. Il était à présumer qu'ils s'étaient dépouillés de leur enveloppe avant de s'engager dans les rayures. On renonça donc à tirer d'autres projectiles de ce genre.

Digitized by Google

en les tirant à la charge de 600, 700, 750 et 800 grammes. Cette dernière charge amena dans le canon pourvu du système Treuille [1], après un petit nombre de coups, des dégradations telles qu'il fallut le réparer et le renforcer par une frette d'acier appliquée à chaud sur son premier renfort, qui s'était gonflé au pourtour de la chambre. Les trois nouveaux canons du système Treuille, qui furent ensuite expérimentés à Châlons, furent frettés à l'avance.

On adopta, pour la deuxième série d'essais, la charge de 750 grammes seulement; par suite de la réduction de poids du projectile, la tension maximum des gaz se trouva encore diminuée. Dans ces nouvelles conditions, les pièces du système Treuille frettées et celles du système Wahrendorff résistèrent également bien. La partie rayée de l'âme n'éprouva aucune dégradation sérieuse, les arêtes des cloisons restèrent vives.

Mais, au point de vue balistique, ces bouches à feu se montrèrent bien inférieures aux canons de 8 se chargeant par la bouche, que la Commission de Châlons venait d'expérimenter.

Les vitesses initiales étaient moindres, la trajectoire moins tendue et la justesse, tant en portée qu'en direction, inférieure à celle du canon se chargeant par la bouche. Il n'y avait donc pas lieu de poursuivre, dans ces conditions, l'étude de la transformation des canons de 8 au chargement par la culasse.

On ne pouvait accepter, comme pièces de campagne, des canons se chargeant par la culasse, que s'ils présentaient, au point de vue balistique, une très-grande supériorité sur les canons se chargeant par la bouche. Ils entraînaient l'emploi d'un mécanisme plus compliqué, sujet

---

[1] On s'explique aisément cette différence de résistance entre les pièces du système Treuille et celles du système Wahrendorff, parce que dans les premières le logement de la vis avait entraîné une plus grande réduction de l'épaisseur des parois à la partie postérieure.

Digitized by Google

à se détraquer et exigeant beaucoup de précautions. La rapidité du tir n'était pas plus grande qu'avec les canons se chargeant par la bouche, comme on avait pu le constater dans les tirs d'expérience. Enfin, la suppression du vent du projectile rendait plus difficile l'inflammation des fusées fusantes, qui étaient alors le plus généralement employées. L'expérience avait montér qu'on ne pouvait plus compter sur les gaz enflammés de la charge pour mettre le feu à la fusée, et qu'il fallait avoir, pour cela, recours à de nouvelles fusées fusantes, beaucoup plus compliquées que les fusées réglementaires.

Canons de 4 se chargeant par la culasse. — Dès le mois de mai 1868, se basant sur les résultats obtenus dans les essais préliminaires exécutés par l'École de Versailles avec les deux premiers canons de 8 se chargeant par la culasse, le colonel Olry proposa de transformer aussi quelques canons de 4 au chargement par la culasse, afin d'étudier plus à fond la question des bouches à feu de campagne, en bronze, se chargeant par la culasse. Le Ministre approuva cette proposition.

Pour se tenir dans des conditions de résistance plus favorables que celles dans lesquelles se trouvaient les canons de 8 transformés et réserver aux parois de la chambre une épaisseur suffisante, on prit deux pièces neuves qui n'avaient point encore été forées. On leur donna un calibre un peu inférieur à celui du 4 réglementaire, 78^{mm} sur les cloisons et 81^{mm},2 au fond des rayures, au lieu de 86^{mm},5 et 92^{mm},1. Les deux bouches à feu reçurent, l'une, le mécanisme Treuille de Beaulieu, l'autre, le mécanisme Wahrendorff.

Obturateur en caoutchouc. — On employa d'abord avec ces pièces, comme pour les canons de 8, le culot obturateur en carton, qui fut plus tard remplacé par une rondelle en caoutchouc, à la suite d'essais faits à l'École de Versailles sur ce nouveau mode d'obturation. L'expé-

Digitized by Google

rience avait montré, en effet, que si, dans les conditions normales, les culots en carton donnaient une bonne obturation, ils n'en présentaient pas moins de nombreux inconvénients au point de vue du service.

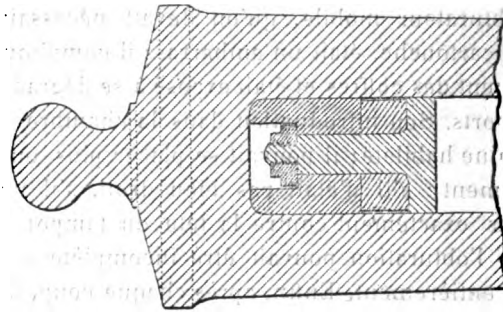
Cet obturateur mobile, qu'on devait nécessairement fixer à la cartouche, était un embarras; il compliquait l'aménagement des coffres et était exposé à se dégrader dans les transports. Son introduction dans la chambre exigeait une certaine habileté; il pouvait se placer plus ou moins régulièrement : s'il n'était pas bien droit, s'il ne s'appuyait pas exactement contre la tête du tampon du mécanisme, l'obturation pouvait être incomplète et même manquer entièrement. Enfin, après chaque coup, il fallait, soit retirer le culot à la main, soit le chasser par un coup de refouloir. Tous ces inconvénients disparaissaient avec l'emploi d'un obturateur fixe; la cartouche devenait alors aussi simple que pour les bouches à feu se chargeant par la bouche, le culot et le matelas de crin étaient supprimés; on pouvait lui donner plus ou moins de longueur sans que l'obturation eût à en souffrir. Le chargement devenait ainsi beaucoup plus simple, plus sûr et plus rapide.

La coupelle métallique qui avait été employée avec la première pièce pourvue du mécanisme Treuille n'ayant pas donné de bons résultats, on eut l'idée d'appliquer aux bouches à feu le mode d'obturation que l'on venait d'adopter pour le fusil modèle 1866.

Dès 1858, à l'occasion de l'application du chargement par la culasse aux canons de la marine, l'Empereur avait appelé l'attention du commandant Treuille de Beaulieu sur la possibilité d'obtenir une bonne obturation par l'emploi du caoutchouc. Comme il n'avait alors à sa disposition aucune bouche à feu se chargeant par la culasse, pour pouvoir étudier la manière dont le caoutchouc se comportait sous l'action des gaz de la poudre, cet officier supérieur avait fait construire un petit appareil consistant en

Digitized by Google

un piston mobile, dont la tige portait une rondelle de caoutchouc, et s'engageait librement dans un piston fixe. Cet appareil avait été placé dans un canon de 12, le piston

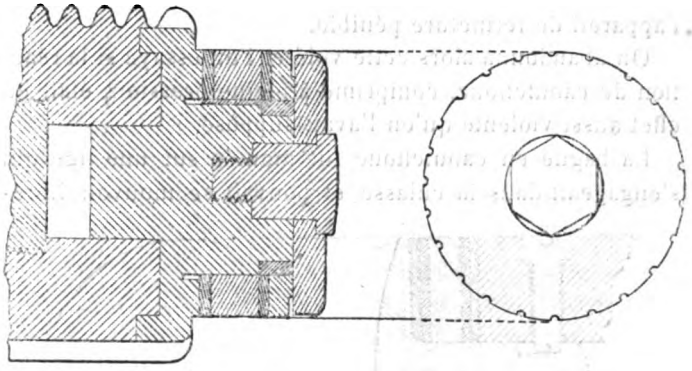


fixe appuyé contre le fond de l'âme. Au bout de très-peu de coups, la rondelle fut mise hors de service. Ces résultats défavorables, dus, en majeure partie, à la mise en train vicieuse de l'expérience, faussèrent complétement les appréciations et firent brusquement abandonner ces essais. Comme, à la même époque, on avait réussi à obtenir par d'autres moyens une obturation à peu près satisfaisante, l'étude du caoutchouc fut laissée de côté pendant une dizaine d'années. Elle ne fut reprise qu'en 1868, sur les instances et d'après les idées de M. le chef d'escadron de Montluisant, alors sous-directeur de l'atelier de précision.

Les essais de 1858 faisaient craindre que, si le caoutchouc était trop brusquement comprimé par l'action des gaz de la poudre, il ne se produisît à chaque coup une réaction violente qui, au bout de peu de temps, endommagerait gravement la rondelle obturatrice. Aussi, on se préoccupa tout d'abord d'amortir la pression qu'aurait à supporter le caoutchouc. Les dispositifs adoptés dans ce but se composaient d'une bague en caoutchouc, appuyée à l'arrière contre un épaulement pratiqué dans la culasse et couverte en avant par une rondelle métallique faisant

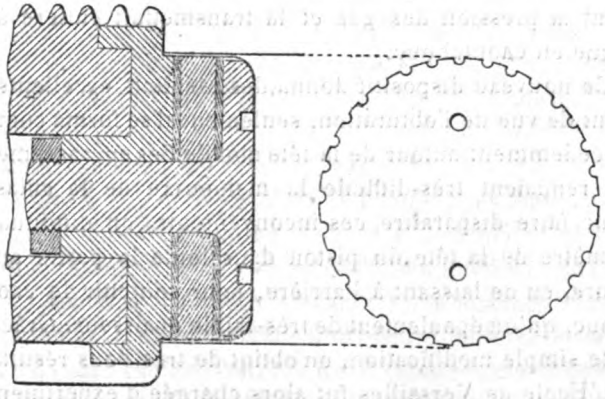
Digitized by Google

office de piston. Ce piston était lui-même protégé par une rondelle métallique circulaire fixe, d'un diamètre un peu inférieur au sien, en sorte que les gaz ne pouvaient agir



sur le piston que par la zone circulaire laissée à découvert par la rondelle fixe. Lorsqu'on voulait augmenter un peu l'action des gaz, on pouvait soit échancrer les bords du couvre-piston, soit ménager entre le couvre-piston et le piston un jeu annulaire plus ou moins grand.

On fit dans cette voie des essais nombreux en faisant



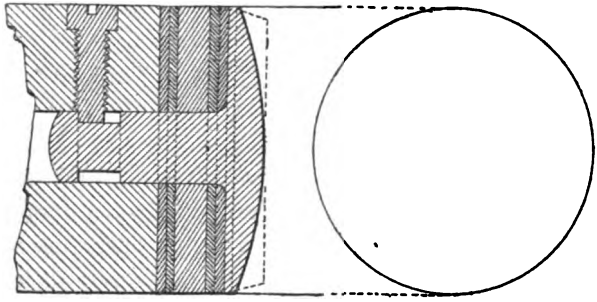
varier l'épaisseur de la bague en caoutchouc, sa hauteur, son diamètre, la surface d'action des gaz, la course du

Digitized by Google

piston, la consistance du caoutchouc, etc. Mais les résultats qu'on obtint furent généralement médiocres et fort irréguliers : les obturateurs se détérioraient promptement, l'obturation était souvent insuffisante et la manœuvre de l'appareil de fermeture pénible.

On abandonna alors cette voie et l'on essaya si la réaction du caoutchouc, comprimé à pleine pression, était en effet aussi violente qu'on l'avait supposé.

La bague en caoutchouc fut montée sur une tige qui s'engageait dans la culasse et pouvait se mouvoir libre-



ment aussi bien autour de son axe que dans le sens longitudinal. Cette tige portait une tête qui recevait directement la pression des gaz et la transmettait entière à la bague en caoutchouc.

Ce nouveau dispositif donna des résultats excellents au point de vue de l'obturation, seulement il se forma comme précédemment autour de la tête mobile des encrassements qui rendaient très-difficile la manœuvre de la culasse. Pour faire disparaître ces inconvénients, on diminua le diamètre de la tête du piston dans toute la partie antérieure, en ne laissant à l'arrière, pour soutenir le caoutchouc, qu'un épaulement de très-faible épaisseur. Grâce à cette simple modification, on obtint de très-bons résultats.

L'École de Versailles fut alors chargée d'expérimenter ce nouveau mode d'obturation ; elle utilisa pour ces expériences les deux premiers canons de 8 transformés qui

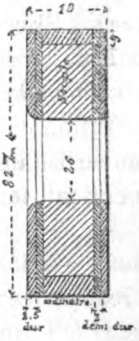
Digitized by Google

avaient déjà servi aux essais préliminaires sur le chargement par la culasse.

La rondelle obturatrice qui fut employée se composait d'une tranche médiane de caoutchouc souple placée entre quatre autres rondelles de moindre épaisseur, les deux rondelles extrêmes en caoutchouc dur, les deux intermédiaires en caoutchouc demi-dur.

L'obturation fut constamment bonne, la manœuvre des culasses facile et la réaction du caoutchouc ne dégrada pas les appareils. Les rondelles se conservèrent généralement en bon état; quelques-unes d'entre elles, après plus de 150 coups, obturaient encore d'une manière très-satisfaisante; celle qui se comporta le moins bien résista cependant à un tir rapide de 64 coups sans se dégrader, et, quoique gravement endommagée, put encore servir pendant une trentaine de coups sans cesser d'obturer. Aussi ce système obturateur fut-il appliqué aux deux canons de 4 se chargeant par la culasse que l'on venait de mettre en expérience.

Mais ces deux pièces étant restées dehors, en plein hiver, pendant près de deux mois, exposées à toutes les intempéries de la saison, lorsqu'on voulut leur faire subir les premières épreuves de tir, on s'aperçut, aux premiers coups, que l'obturation était complétement nulle, et les rondelles, n'ayant pu reprendre leur élasticité pendant le tir, furent bientôt mises hors de service.



On en fit alors fabriquer d'autres composées à l'intérieur d'une tranche de caoutchouc le plus souple que l'on pût trouver, protégée sur le pourtour par un anneau en caoutchouc ordinaire, et sur les faces antérieure et postérieure par deux tranches, dont l'une en caoutchouc demi-dur et l'autre en caoutchouc dur. Avant d'être adaptées aux culasses, ces nouvelles rondelles restèrent exposées pen-

Digitized by Google

dant trois jours et trois nuits à l'air libre par des températures qui descendirent jusqu'à 10 degrés au-dessous de zéro. Dès le premier coup, elles donnèrent néanmoins une obturation parfaite. La température ne s'étant pas suffisamment abaissée pour que l'on pût étudier l'influence qu'aurait exercée sur les rondelles un refroidissement prolongé, on essaya d'obtenir un effet analogue par un refroidissement artificiel opéré en vase clos.

Ces rondelles donnèrent toujours une obturation parfaite, et se conservèrent assez longtemps pour qu'on pût considérer leur emploi comme tout à fait pratique (177 à 205 coups). L'appareil obturateur, formé d'une simple tête mobile maintenue au moyen d'une vis arrêtoir qui s'engageait dans une gorge pratiquée à l'extrémité de la tige, se prêtait du reste avec la plus grande facilité à leur remplacement.

La question de l'obturation par le caoutchouc fut donc considérée comme à peu près résolue, bien que cependant on eût encore lieu de craindre que par la dessiccation ou sous l'influence d'un froid trop prolongé le caoutchouc, perdant une partie de son élasticité, ne devînt incapable d'assurer l'obturation.

Épreuves balistiques des canons de 4 se chargeant par la culasse. — Les deux pièces de 4, après avoir subi une première épreuve de tir à Versailles, furent expérimentées au camp de Châlons, puis de nouveau soumises à l'École de Versailles, au commencement de l'année 1869, à des expériences de tir comparatives avec deux canons de 4 réglementaires.

Les projectiles qui furent employés, recouverts d'une chemise de plomb soudée chimiquement, pesaient, tout chargés et munis de leur fusée, $4^{k},100$.

Leur diamètre, pris sur les gorges en plomb, était de $78^{mm},5$; leur longueur égale à deux calibres et quart (deux calibres et demi avec la fusée).

La charge était de 500 grammes.

Digitized by Google

Les pièces se chargeant par la culasse eurent cette fois, au point de vue balistique, une supériorité assez marquée sur les canons réglementaires du même calibre.

La vitesse initiale fut de 340 à 346 mètres, tandis qu'elle n'était que de 319 à 322 mètres pour les pièces se chargeant par la bouche.

La justesse du tir fut plus grande, la dérivation moindre, la trajectoire plus tendue.

On pouvait reprocher à ces bouches à feu, comme aux canons de 8 transformés, que, le mécanisme occupant une partie notable du tonnerre, la longueur d'âme parcourue par le projectile n'était pas assez grande pour la meilleure utilisation de la charge de poudre et pour assurer aussi bien que possible la régularité du mouvement du projectile. Aussi eût-il été convenable d'augmenter un peu la longueur d'âme et de la porter à 16 calibres au lieu de 13 qu'elle atteignait à peine.

Le colonel Olry établit, au commencement de l'année 1869, un nouveau projet de canon de 4, *à longue portée*, en bronze et se chargeant par la culasse, qui devait satisfaire à ces conditions. Mais le Ministre ayant alors décidé que les études sur le chargement par la culasse devaient porter tout d'abord sur les canons de 24 et de 8, il ne fut point donné suite aux propositions du colonel Olry.

Canon de 8, se chargeant par la culasse, à calibre réduit. — On avait adopté pour l'âme des pièces de 8, que l'on avait transformées, un calibre un peu supérieur à celui qu'elles avaient lorsqu'elles étaient lisses, afin de se tenir au-dessus des limites de tolérance et de pouvoir utiliser même les bouches à feu dont l'âme avait été légèrement dilatée par suite d'un service plus ou moins long. Cette augmentation de calibre ($2^{mm},5$) et l'opération du rayage avaient réduit sensiblement l'épaisseur des parois, principalement au tonnerre, à cause de la chambre dont le diamètre était plus grand que celui de l'âme au fond des rayures. Par suite, les parois étaient affaiblies et leur ré-

Digitized by Google

sistance notablement diminuée, surtout à l'endroit de l'âme, où les gaz de la poudre avaient leur plus grande intensité d'action. Aussi, dans les essais préliminaires, quelques-unes des pièces transformées avaient-elles éprouvé par suite du tir une dilatation des parois de la chambre, ce qui était un grave inconvénient au point de vue de l'obturation et compromettait en même temps la solidité de la pièce. On y avait, il est vrai, remédié par le frettage de la culasse, mais cette opération, appliquée en grand, aurait entraîné au moins autant de dépense que la mise à la refonte des bouches à feu elles-mêmes.

On fit donc couler à la fonderie de Bourges des canons de 8 destinés à une seconde série d'essais. On se posa comme condition de conserver les formes extérieures et les dimensions des anciennes pièces, afin de pouvoir utiliser les affûts existants, sans qu'il fût nécessaire d'y apporter aucun changement. Cependant la longueur d'âme des canons transformés ayant été reconnue un peu courte, il fut décidé qu'on augmenterait la longueur de la bouche à feu de quelques centimètres, afin de donner à l'âme environ 16 calibres de longueur.

Afin de laisser autour de la chambre des épaisseurs de métal suffisantes pour assurer la résistance des nouvelles bouches à feu, ces pièces ne furent forées qu'au calibre réduit de $95^{mm},5$ sur les cloisons et $98^{mm},5$ au fond des rayures, au lieu de $108^{mm},6$ et $111^{mm},2$, calibre adopté pour les premières pièces transformées au chargement par la culasse. Le diamètre de la chambre n'était que de 100 millimètres au lieu de $112^{mm},7$. Le nombre des rayures fut réduit de 16 à 14. Le mécanisme de fermeture Treuille de Beaulieu étant alors l'objet d'études faites à l'atelier de Meudon, on appliqua le système Wahrendorff à ces nouvelles bouches à feu, construites au Dépôt central.

Comme mode d'obturation, on préféra au culot en carton les rondelles de caoutchouc qui venaient de donner

Digitized by Google

de bons résultats avec les dernières bouches à feu que l'on avait expérimentées.

On donna aux projectiles une hauteur totale de 2,5 calibres; munis d'une chemise de plomb soudée chimiquement, ils pesaient tout chargés $7^k,615$; leur poids se décomposait ainsi qu'il suit:

Poids du projectile vide non emplombé .	$5^k,470$
— de l'enveloppe de plomb.	1 ,490
— de la charge d'éclatement	0 ,430
— de la fusée	0 ,225
Total . . .	$7^k,615$

On devait les tirer à la charge de 800 grammes au lieu de celle de 750 que l'on n'avait point osé dépasser avec les pièces transformées.

Deux bouches à feu de ce modèle étaient entièrement terminées au commencement de l'année 1870. Elles ne différaient entre elles que par des dispositions de détail; dans l'une, l'âme et la chambre étaient concentriques, tandis que, dans l'autre, le cylindre de la chambre était excentrique à celui de l'âme de la différence des rayons de la chambre et du fond des rayures, de manière que le cylindre de la chambre et celui du fond des rayures fussent tangents suivant leur génératrice inférieure.

Elles furent envoyées à Versailles pour y être tirées comparativement avec un canon rayé de 8 se chargeant par la bouche. Par suite des événements militaires de l'année 1870, on n'eut le temps de tirer qu'une seule de ces pièces, celle dans laquelle l'âme et la chambre étaient concentriques. Il ne fut donc pas possible d'apprécier si l'excentricité de la chambre exerçait une influence quelconque sur les résultats du tir ou sur la conservation de la bouche à feu. Les quelques tirs que l'on put exécuter avec ce canon montrèrent que s'il possédait une justesse remarquable, il n'avait pas une trajectoire suffisamment tendue; la vitesse initiale ne fut que de 341 mètres. Le mécanisme de fermeture fonctionna bien, mais on eut

Digitized by Google

l'occasion de constater l'inconvénient qu'il y avait à employer pour l'obturation une substance aussi sensible aux variations atmosphériques, d'une fabrication et d'une résistance aussi incertaines que le caoutchouc.

Canon de 24 se chargeant par la culasse. — Si les premiers essais sur les bouches à feu se chargeant par la culasse n'avaient point conduit de suite à l'établissement d'un canon de campagne satisfaisant aux conditions balistiques que l'on voulait obtenir, ils avaient du moins prouvé que l'on pouvait résoudre pratiquement la question du chargement par la culasse. Beaucoup d'officiers d'artillerie, considérant tous les inconvénients qu'il y aurait à introduire dans une batterie de campagne, des bouches à feu pourvues d'un mécanisme de fermeture et d'un système obturateur délicats, sujets à se détériorer et exigeant beaucoup de soins, combattaient encore l'adoption des canons de campagne à chargement par la culasse; mais pour le service dans les places et dans les siéges les avantages de ce nouveau mode de chargement n'étaient plus guère contestés.

Le 9 mars 1869, le Ministre donnait l'ordre au président du Comité de faire établir dans le plus bref délai un projet de transformation du canon de 16 lisse en canon rayé se chargeant par la culasse, tirant un projectile recouvert d'une chemise de plomb. Grâce à sa grande longueur d'âme et à l'épaisseur de ses parois au tonnerre, cette bouche à feu devait, beaucoup mieux que le canon de 8, convenir pour une transformation de ce genre; on espérait pouvoir utiliser ainsi toutes les anciennes pièces lisses de 16 dont le nombre était considérable.

Le président du Comité demanda au Ministre d'étendre l'étude du chargement par la culasse avec projectile forcé aux calibres de 24 et de 12, afin d'arriver à une transformation complète du système de bouches à feu de siége et place.

En même temps il proposa de transformer immédiatement au chargement par la culasse les canons rayés réglemen-

Digitized by Google

taires de 24 et de 12 de place, sans modifier le système des rayures ni le montage des projectiles à ailettes, afin de pouvoir utiliser les nombreux approvisionnements existants.

Le chargement par la culasse permettait en effet d'apporter aux bouches à feu deux améliorations, importantes toutes deux, mais dont l'une pouvait être indépendante de l'autre : le *forcement du projectile* et l'*introduction* de la charge par l'arrière.

Le forcement du projectile pouvait contribuer à obtenir une plus grande vitesse initiale et, par suite, une trajectoire plus tendue, donner au tir une plus grande régularité et mieux assurer la conservation de l'âme de la bouche à feu. D'un autre côté, par le seul fait de l'introduction de la charge par l'arrière, on rendait, surtout pour les gros calibres et, en particulier, pour les pièces placées derrière une masse couvrante, la manœuvre beaucoup plus facile, le chargement plus rapide ; les servants n'étant plus obligés de se découvrir pour introduire la charge par la bouche, étaient bien moins exposés aux coups de l'ennemi.

On ne pouvait songer à obtenir, avec les pièces de place déjà rayées au modèle 1858, les avantages dus au forcement du projectile, puisqu'il aurait fallu, pour faire disparaître les rayures existantes et les remplacer par d'autres, pratiquer un nouvel alésage, après lequel l'épaisseur des parois n'eût plus été suffisante. Mais on pouvait du moins, en pratiquant une ouverture à la culasse et en y adaptant un mécanisme de fermeture, réaliser les avantages que présentait ce nouveau mode de chargement, tant sous le rapport de la facilité de la manœuvre que de la sécurité des servants. Le Ministre décida que la question de la transformation des bouches à feu réglementaires au chargement par la culasse serait ajournée, et que les études devraient porter d'abord sur le calibre de 24.

Des bouches à feu neuves de 24 furent coulées à la fonderie de Bourges, en même temps que les canons de

Digitized by Google

8 qui devaient servir aux nouvelles expériences sur le chargement par la culasse des canons de campagne. Ces pièces furent aussi forées à un calibre légèrement réduit, afin de laisser autour de la chambre les épaisseurs de métal suffisantes pour assurer la résistance de la bouche à feu.

Diamètre de l'âme sur les cloisons. . . .	145^{mm},8
— au fond des rayures. .	149 ,0
Diamètre du cylindre de la chambre. . .	150 ,6

Tandis que pour les canons de 24 réglementaires, se chargeant par la bouche, le diamètre de l'âme était de 152^{mm},7 sur les cloisons et 161,2 au fond des rayures.

Les rayures étaient au nombre de 22; la longueur de la partie rayée de l'âme avait 17,2 calibres de longueur.

Pour ces pièces, comme pour les canons de 8, on adopta le système de fermeture Wahrendorff avec obturateur en caoutchouc.

Le projectile, revêtu d'une chemise de plomb soudée chimiquement, pesait tout chargé 23^{k},375.

Son poids se décomposait ainsi qu'il suit:

Poids du projectile vide non emplombé. .	19^{k},340
— de l'enveloppe de plomb.	2 ,460
— de la charge d'éclatement.	1 ,200
— de la fusée.	0 ,375
Total.	23^{k},375

Deux bouches à feu de ce modèle étaient prêtes à subir les épreuves de tir, au commencement de l'année 1870; elles furent même essayées à Versailles comparativement avec un canon de 24 se chargeant par la bouche; la déclaration de guerre mit fin aux expériences. Comme pour les deux canons de 8 que l'on expérimentait en même temps, l'une des pièces de 24 avait une chambre concentrique, tandis que, dans l'autre, elle était excentrique. On n'eut le temps de tirer que la pièce à chambre excentrique.

Au point de vue de la justesse du tir, elle ne donna pas de très-bons résultats. Avec la charge maximum de 2^{k},500, on n'obtint qu'une vitesse initiale de 350 mètres. Le

Digitized by Google

fonctionnement de l'appareil de fermeture laissa à désirer ; il y eut une fois rupture de la vis de pression, le bloc métallique sur lequel s'appuyait le verrou subit un léger refoulement. Les rondelles en caoutchouc ne donnèrent pas toujours une bonne obturation.

Dans ces nouvelles pièces de 24 se chargeant par la culasse, aussi bien que dans les canons de 8 présentés par le Dépôt central et expérimentés à Versailles au mois de juillet 1870, on n'avait pris aucune précaution pour assurer le graissage de l'âme ; aussi l'emplombage fut beaucoup plus sensible que dans les essais précédents. Après 25 coups, il atteignait quelquefois une épaisseur de $0^{mm},7$ à $0^{mm},8$. Les bouches à feu perdaient alors sensiblement de leur justesse.

Canons en acier se chargeant par la culasse. — L'étude de l'acier comme métal à canon fut aussi continuée au Dépôt central, concurremment avec les essais sur le chargement par la culasse.

Les éclatements qui avaient eu lieu à Châlons, avec des canons rayés en acier se chargeant par la bouche, avaient semblé indiquer que le système d'ailettes et de rayures à flancs inclinés du modèle 1858 ne convenait pas à l'emploi de l'acier, surtout pour les fortes charges. On espérait que le système des rayures multiples avec projectile revêtu d'un manchon malléable conviendrait peut-être mieux.

Dans les expériences préliminaires exécutées à Versailles, on avait constaté que les parois de la chambre du canon de 8 pourvu du mécanisme Treuille, avaient été refoulées par la pression des gaz et que la coupelle métallique qui servait d'obturateur s'imprimait dans le bronze. Une pièce de 8 en acier, de calibre réduit, fut munie du mécanisme de fermeture Treuille de Beaulieu ; on donna une longueur de 16 calibres à sa partie rayée, afin de pouvoir, par des expériences comparatives avec le canon de 8 transformé, se rendre compte de l'influence que pouvait avoir l'allongement de l'âme sur la justesse

Digitized by Google

du tir et la tension de la trajectoire. Les vitesses initiales obtenues avec le canon en acier furent un peu supérieures à celles des canons en bronze, et cet avantage fut d'autant plus prononcé que la charge était plus forte; la justesse fut aussi plus grande, mais ces différences étaient peu sensibles.

En résumé, le canon en acier ne donna pas d'aussi bons résultats qu'on l'avait espéré, et l'on constata que l'emplombage de l'âme était plus sensible que dans les pièces en bronze.

L'industrie métallurgique française, voulant rivaliser avec l'étranger, réalisait à cette époque des progrès incessants dans la fabrication et la mise en œuvre de l'acier. Plusieurs maîtres de forges français, MM. Holtzer à Unieux près Firminy (Loire), Émile Martin à Sireuil (Charente), Petin et Gaudet à Rive-de-Gier (Loire), Revollier et Biétrix à la Chabassière près Saint-Étienne (Loire), témoignèrent en 1868 le désir de faire concourir aux essais sur l'acier comme métal à canon, les produits de leurs usines. Ils proposèrent de fournir gratuitement des canons en acier fondu à l'état ébauché, en demandant que ces canons, après avoir été achevés par les soins de l'artillerie, fussent soumis à des essais de tir. Le Ministre accepta ces propositions; on adopta pour ces canons le tracé du canon de 4 à longue portée, proposé par le colonel Olry, et le mécanisme de fermeture Treuille de Beaulieu.

Au commencement de l'année 1870, la fabrication des canons faits avec les tubes fournis par MM. Holtzer, Petin et Gaudet et Émile Martin, était entièrement terminée, un seul tube n'avait point été envoyé, c'était celui que devaient fournir MM. Revollier et Biétrix.

Tout était donc prêt, et on allait pouvoir commencer les expériences, lorsqu'il fut décidé qu'elles seraient ajournées. Certains renseignements donnaient alors lieu de penser que la Prusse et la Russie, qui, quelques années auparavant, avaient adopté l'acier pour la fabrication de leurs canons de campagne, allaient revenir à l'emploi du bronze. Dans

Digitized by Google

ces nouvelles conditions, il ne semblait donc pas qu'il y eût lieu d'entreprendre en France des essais sur un petit nombre d'échantillons dont la fabrication avait dû nécessairement être l'objet de soins tout particuliers.

ATELIER DE MEUDON.

Canons à balles. — L'installation de l'atelier de construction de Meudon remonte à l'année 1864; la direction en fut confiée par l'Empereur à l'un de ses officiers d'ordonnance, le capitaine d'artillerie de Reffye. Au point de vue de l'administration, cet atelier fut considéré comme une annexe du Dépôt central, et placé directement sous la surveillance du président du Comité.

Les années 1864 et 1865 furent consacrées à l'étude des armes portatives, ainsi qu'aux essais préliminaires sur les mitrailleuses ou *canons à balles*. La fabrication de ces nouveaux engins ne commença d'une façon régulière qu'au mois de juillet 1866. A la fin de l'année 1868 il y avait en tout, soit à Meudon, soit au Mont-Valérien, ainsi que dans quelques-uns des forts de Paris, 24 batteries de canons à balles, pièces, affûts, caissons complétement terminés et montés sur roues, avec un approvisionnement de 700 coups par pièce et les rechanges nécessaires. Outre les 144 bouches à feu qui entraient dans la composition de ces batteries, il y en avait encore 46 autres destinées à former une réserve.

L'atelier de Meudon s'occupa ensuite de la fabrication de quelques canons à balles d'un calibre supérieur (15^{mm} au lieu de 13^{mm}) destinés à former des batteries de réserve ou à concourir à la défense des places.

Comme dispositions générales du canon et du projectile et comme mécanisme de percussion, les canons à balles rentrent plutôt dans la catégorie des armes portatives que dans celle des bouches à feu. Il n'en sera donc pas question ici; il suffira de rappeler que la cartouche du canon à balles, avec culot obturateur métallique et charge de poudre com-

Digitized by Google

primée, a été l'un des points de départ des travaux du commandant de Reffye sur le chargement des bouches à feu par la culasse.

Canons de 3 et de 7 se chargeant par la culasse. — Dès le mois de décembre 1868, la fabrication des canons à balles étant à peu près terminée, l'Empereur chargea le commandant de Reffye de l'étude d'un nouveau canon de campagne en bronze, se chargeant par la culasse.

La pièce, du calibre de 3, devait tirer un obus pesant 4 kil. environ et ayant 3 calibres de longueur. Le diamètre de l'âme fut fixé à 66 millimètres sur les cloisons et 69 millimètres au fond des rayures. Les rayures, au nombre de 11, étaient en coin comme celles de tous les autres canons se chargeant par la culasse que l'on avait expérimentés jusqu'alors; leur pas était beaucoup plus court, 20 à 25 calibres seulement au lieu de 45, pas adopté au Dépôt central pour les dernières pièces de 8 et de 24 se chargeant par la culasse. On avait été conduit à accroître ainsi la vitesse de rotation du projectile afin d'augmenter la stabilité de l'axe de rotation que l'allongement du projectile tendait à détruire. Mais, comme il y avait à craindre que la chemise de plomb ne pût résister à l'effort de rotation et que le projectile échappât aux rayures, avant de procéder au rayage des pièces, le commandant de Reffye fit faire quelques expériences préliminaires avec une pièce de 4 transformée au chargement par la culasse et ramenée au calibre réduit par l'introduction à chaud d'une âme en laiton laminé [1].

Il restait à déterminer la longueur d'âme et les épaisseurs de la pièce, ainsi que le rapport du poids de la charge à celui du projectile. On fut ainsi conduit tout d'abord à

[1] A cette époque on n'avait pas encore réussi d'une façon tout à fait satisfaisante à renforcer l'âme des canons en bronze par l'introduction d'un tube en acier, et on attribuait cet insuccès à la différence de dilatation et d'élasticité des deux métaux. Le commandant de Reffye avait alors proposé d'essayer de couler dans une pièce en bronze, une âme nouvelle formée d'un alliage de bronze plus dur que l'alliage réglementaire et de reforer la pièce à neuf. Il espérait ainsi obtenir une pièce d'un seul métal, mais ayant l'intérieur tapissé en quelque sorte de parois plus résistantes à l'usure produite par le projectile que les pièces ordinaires. L'expérience prouva que cet alliage, bien que s'usant moins rapidement par le frottement, se détériorait plus par la chaleur, parce qu'il était plus fusible ; on perdait ainsi d'un côté ce que l'on gagnait de l'autre.

Digitized by Google

l'étude simultanée des pressions développées dans l'âme de la pièce et des vitesses communiquées au projectile. Dans ce but, on expérimenta cinq canons de même calibre, mais ayant des longueurs d'âme différentes.

Le commandant de Reffye fut amené par cette étude expérimentale à adopter pour la bouche à feu une longueur d'âme de $1^{m},64$, et, pour la charge, l'emploi de la poudre à canon ordinaire comprimée sous forme de rondelle évidée au centre. On put ainsi porter la charge jusqu'au $\frac{1}{5}$ environ du poids du projectile, tandis que jusque-là on n'avait pu dépasser sans inconvénient, avec les autres canons en bronze se chargeant par la culasse, la proportion du $\frac{1}{9}$ avec la poudre à canon ordinaire en grains, la seule qui eût été employée dans les essais faits au Dépôt central.

Pour le mécanisme de culasse, le commandant de Reffye prit, comme type, le système de fermeture à vis à filets interrompus du général Treuille, de préférence au système à piston et verrou Wahrendorff ou au système à coin adopté par la Prusse. Ces deux derniers systèmes nécessitaient, en effet, le percement de la pièce normalement à l'axe, ce qui affaiblissait la culasse et entraînait la formation de lignes de rupture.

Mais, comme la vis de culasse, si elle était mal assujettie sur la console, pouvait tomber à terre par la maladresse d'un servant ou que, si on la manœuvrait sans soin, les filets pouvaient se détériorer par le choc ou se coincer dans leur écrou et empêcher d'ouvrir ou fermer la culasse, il s'appliqua dès lors à remédier à une partie de ces inconvénients.

Dans les essais préliminaires le commandant de Reffye s'était servi, comme obturateur, de rondelles en caoutchouc qui du reste n'avaient pas toujours bien fonctionné. Ayant été conduit, dans ses recherches sur le meilleur mode d'inflammation de la charge, à pratiquer la lumière non plus dans la pièce, mais dans la culasse, de façon à la faire déboucher au centre, il expérimenta une gargousse avec

Digitized by Google

culot métallique, organisé de telle façon qu'il donnait passage aux gaz de l'étoupille, mais s'opposait à la sortie des gaz de la charge. On fut conduit à considérer la gargousse métallique comme préférable à tout autre mode d'obturation avec des pièces en bronze dont le métal était exposé à se gonfler sous les fortes pressions. Elle préservait en même temps la chambre à poudre de l'échauffement et des érosions, grand avantage pour le bronze qui est d'autant plus fragile, d'autant plus sujet à s'égrener qu'il est plus chauffé.

La pièce de 4 à calibre réduit établie par le commandant de Reffye fut désignée sous le nom de *canon de 3;* elle pesait 420 kil. et lançait un projectile de $3^k,700$, qui était entouré d'une chemise de plomb, soudée chimiquement, ayant une forme légèrement tronconique et portant 5 cordons saillants.

La charge en rondelles de poudre comprimée pesait $0^k,710$; elle était renfermée dans une gargousse à culot métallique; par-dessus, était placée une rondelle de graisse.

Le commandant de Reffye fit aussi établir, d'après les mêmes données, le projet d'un canon de 8 à calibre réduit, dit *canon de 7*.

Le poids du projectile était de 7 kil.; son diamètre au fond des gorges, 85 millimètres, et sur les cordons de l'enveloppe, 89 millimètres. Le poids de la charge, $1^k,250$.

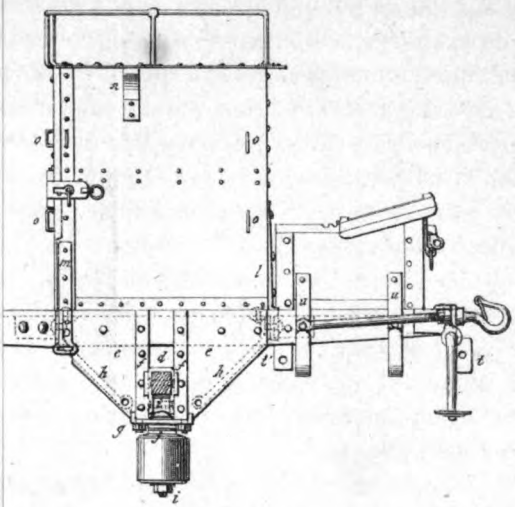
Sur la demande du commandant de Reffye, ces pièces furent expérimentées à Versailles comparativement avec les canons de 8 et de 24 se chargeant par la culasse, envoyés par le Dépôt central, et les canons réglementaires de 4, 8 et 24 se chargeant par la bouche.

La Commission chargée de faire les expériences commença ses travaux le 15 mai 1870 et les poursuivit jusqu'au 19 juillet, époque où elle se trouva dissoute par suite de la mobilisation de l'artillerie de la garde.

Voici, d'après les renseignements réunis après la guerre, l'indication des vitesses initiales pour chaque type principal, avec la charge maximum employée.

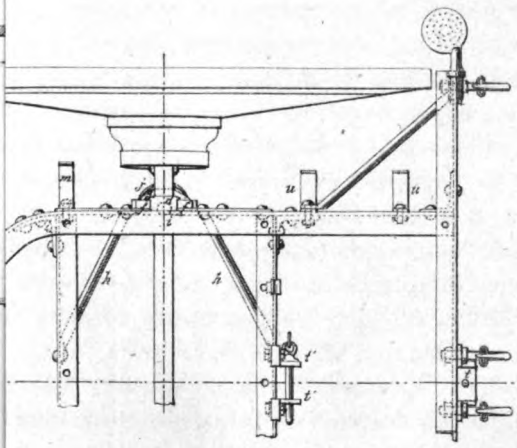
Digitized by Google

Fig. 6¹. (1/20).



9. (1/5).

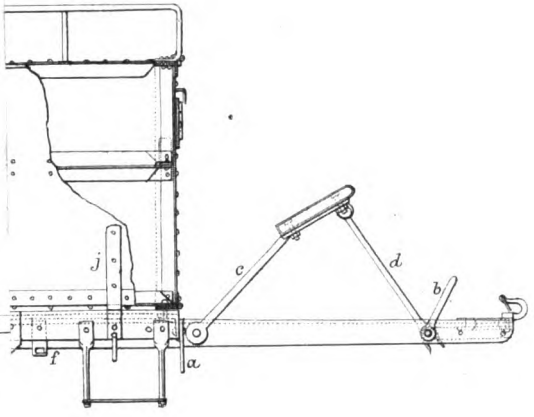
Fig. 6². (1/20).



Digitized by Google

Digitized by Google

g. 11² (1/10)



11³ (1/10)

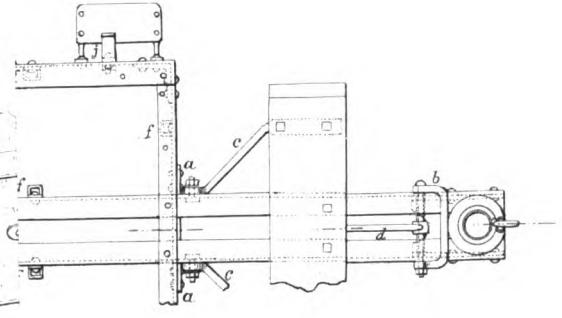
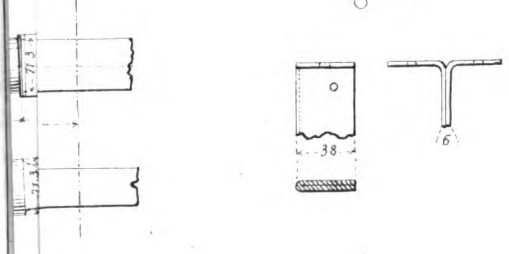


Fig 12.



Digitized by Google

Digitized by Google

	CHARGE.	POIDS DE L'OBUS.	VITESSE INITIALE.
Canon de 24 rayé réglementaire.	2^k,500	24^k,000	321^m,48
Canon de 24 rayé se chargeant par la culasse . . .	2 ,500	23 ,200	350 ,6
Canon de 8 rayé réglementaire.	0 ,800	7 ,360	330 ,8
Canon de 8 rayé se chargeant par la culasse . . .	0 ,800	7 ,500	341 ,0
Canon de 7 rayé se chargeant par la culasse . . .	1 ,250	7 ,000	400 ,3
Canon de 4 réglementaire (à âme d'acier) . . .	0 ,550	3 ,660	340 ,3
Canon de 3 se chargeant par la culasse.	0 ,710	3 ,700	431 ,3

On voit que, sous le rapport de la vitesse initiale, les canons se chargeant par la culasse de 8 et de 24 n'avaient qu'un léger avantage sur les canons réglementaires; ceux de 3 et de 7 avaient une supériorité incontestable. Il en fut de même au point de vue de la justesse et de la tension de la trajectoire.

Le fonctionnement du mécanisme de fermeture et l'emploi de la gargousse à culot métallique comme obturateur donnèrent lieu quelquefois à des difficultés de manœuvre. Pour quelques projectiles il y eut aussi des arrachements partiels de la chemise de plomb.

On remédia en partie à ces inconvénients pendant le cours même des expériences. Le désir de faire essayer ces canons concurremment avec ceux du Dépôt central, que l'École de Versailles avait reçu l'ordre d'expérimenter, avait obligé le commandant de Reffye à précipiter le plus possible la fabrication et ne lui avait pas laissé le temps d'en étudier suffisamment tous les détails.

En résumé, au moment où la guerre éclatait, les nouveaux canons proposés par le commandant de Reffye avaient donné d'assez bons résultats pour qu'on ait pu songer à les utiliser pendant la campagne.

(A suivre.)

Digitized by Google

SUR LE

MOUVEMENT DES PROJECTILES OBLONGS

DANS L'AIR.

Les considérations sur le mouvement des projectiles oblongs, dont le développement va suivre, ne sont pas nouvelles; mais comme, jusqu'à présent, elles étaient disséminées dans divers ouvrages, il a semblé qu'il ne serait pas inutile d'en faire un nouvel exposé qui permît de les rattacher les unes aux autres.

Dans cette vue, l'on a résumé les travaux successivement publiés par les différents auteurs qui se sont occupés de cette question, MM. de Saint-Robert et Mayevski notamment, et l'on a fait suivre l'analyse de ces recherches, relativement anciennes, des résultats très-remarquables auxquels M. Magnus de Sparre est plus récemment parvenu (1).

E. M.

(1) Auteurs dont les ouvrages ont été consultés pour la composition du présent Mémoire :

MM. le général Didion.	*Traité de balistique.*
Paul de Saint-Robert. . . .	*Mémoires scientifiques*, t. I : *Balistique.*
le général Mayevski	*Traité de balistique extérieure.*
le lieutenant-colonel Duchêne.	*Balistique* (Metz, 1870).
Magnus de Sparre.	*Mouvement des projectiles oblongs dans le cas du tir de plein fouet.*
le lieutenant-colonel Astier. .	*Balistique extérieure* (Fontainebleau, 18 7).
Résal	*Traité de mécanique générale* (t. I).
Collignon.	*Traité de mécanique* (t. III).
Gilbert	*Cours de mécanique analytique* (partie élémentaire).
Piat	*Études sur l'artillerie de campagne.*

Digitized by Google

PREMIÈRE PARTIE.

MOUVEMENT DES PROJECTILES OBLONGS ANIMÉS D'UNE GRANDE VITESSE INITIALE.

I. — Forces qui agissent sur les projectiles oblongs pendant leur trajet dans l'air.

1. — Les projectiles oblongs sont soumis pendant leur trajet dans l'air à diverses forces qui modifient sans cesse les conditions initiales de leur mouvement; ces forces sont :

1° La pesanteur;

2° Le frottement;

3° La résistance de l'air, c'est-à-dire la pression dynamique résultant du mouvement relatif du fluide et du mobile, appliquée normalement sur chaque élément de la partie antérieure du projectile[1].

2. — Comparé aux autres forces, le frottement est assez faible pour que l'on puisse le négliger.

On admet généralement, à défaut d'une théorie plus satisfaisante, que la résistance de l'air, pour tout élément de surface choquant directement le fluide, est égale au produit de l'aire de cet élément par une constante, par la densité de l'air et par une certaine puissance de la vitesse totale estimée suivant la normale à l'élément considéré.

On a pu d'ailleurs, à l'aide de l'expérience et indépendamment de toute théorie, reconnaître que, dans le cas où les projectiles sont animés d'une grande vitesse initiale, — *tir de plein fouet* — l'axe instantané de rotation coïncide sensiblement d'une manière permanente avec l'axe de figure et que ce dernier axe ne s'écarte lui-même jamais beaucoup de la tangente à la trajectoire du centre de gravité.

---

[1] La partie *antérieure* d'un projectile est séparée de la partie *postérieure* par la courbe, lieu des points pour lesquels la composante normale de la vitesse totale est nulle.

Digitized by Google

Il résulte de ce double fait deux conséquences fort importantes :

a. — En un point quelconque de la surface extérieure d'un projectile, la projection de la vitesse de rotation sur la normale est très-petite et, par suite, on peut admettre que la résistance de l'air dépend uniquement de la vitesse de translation ;

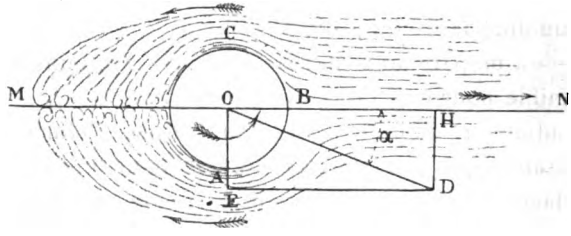
b. — L'air s'écoule avec la même facilité de chaque côté du projectile et, par conséquent, la densité du fluide a une valeur constante en tous les points d'un même parallèle [1].

---

[1] Il n'en est plus ainsi lorsque l'axe de rotation fait un certain angle avec la direction de la translation.

En effet, si, pour préciser les idées, on considère un projectile sphérique se mouvant suivant une droite horizontale, MN, en même temps qu'il tourne, de haut en

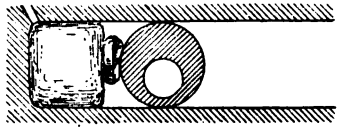
Fig. 1.



bas et d'arrière en avant, autour d'une deuxième droite horizontale, O, perpendiculaire à la première, on voit que les points de l'hémisphère inférieur et les particules fluides adhérentes ont, par rapport à l'air, une vitesse relative plus grande que les points de l'hémisphère supérieur et qu'ils opposent, en conséquence, une plus grande gêne au libre écoulement du fluide.

Il en résulte (voir le Mémoire publié par le docteur MAGNUS sous le titre : *Ueber die Abweichung der Geschosse*) que l'air tendant à s'accumuler à la partie inférieure du projectile, la densité du fluide a, dans les filets refoulés par le fuseau AB une valeur supérieure à celle qu'elle possède dans les filets que rencontre le fuseau BC. Par conséquent, la résultante des résistances élémentaires, au lieu d'être dirigée suivant la droite MN, fait avec elle et au-dessous d'elle un certain angle α. On peut donc décomposer cette force DO en deux autres : l'une, HO, qui diminue la vitesse tangentielle du projectile, et l'autre, EO, qui, agissant de manière à relever le projectile, a pour effet de *tendre* la trajectoire.

Fig. 2.



On a cherché autrefois à tirer parti de ce fait pour augmenter les portées.

A cet effet, on employait des obus *excentriques*, que l'on disposait dans l'âme des bouches à feu (voir fig. 2) de manière qu'ils prissent, sous l'action des gaz de la poudre, un mouvement de rotation dirigé de bas en haut et d'arrière en avant autour d'un axe perpendiculaire au plan de tir.

Digitized by Google

Dès lors, les résistances partielles exercées sur des points symétriquement situés par rapport au plan conduit par l'axe de figure et la tangente à la trajectoire du centre de gravité, sont égales entre elles et, par conséquent, toutes ces forces élémentaires ont une résultante unique, située dans le plan dont il s'agit.

On appelle *centre de résistance* le point où cette résultante rencontre l'axe de figure.

II. — Valeur expérimentale de la résistance opposée par l'air aux projectiles oblongs dont l'axe de figure coïncide avec la direction du mouvement.

3. — Pendant les années 1868 et 1869, on a fait en Angleterre et en Russie de nombreuses expériences afin de déterminer la résistance opposée par l'air aux projectiles oblongs dont l'axe de figure coïncide avec la direction du mouvement. Les résultats obtenus dans ces recherches sont, d'après le général Mayevski, assez fidèlement représentés par la formule suivante :

$$R = A\pi R^2 \frac{\Delta}{\Delta_1} v^4, \qquad (1)$$

dans laquelle R représente la résistance de l'air évaluée en kilogrammes, A un coefficient numérique égal à 0,00000027, R le rayon du projectile exprimé en mètres, Δ la densité de l'air au moment de l'expérience, Δ_1 la densité de l'air dans des conditions moyennes de température et de pression.

Dans des recherches balistiques très-délicates il peut être réellement utile de tenir compte de la variation de la densité de l'air : on calcule alors Δ d'après les principes exposés dans les traités de physique. Mais ordinairement une telle précision n'est point nécessaire et l'on peut supposer $\Delta = \Delta_1$, ce qui conduit à la formule simplifiée :

$$R = A\pi R^2 v^4. \qquad (2)$$

Digitized by Google

III. — Évaluation théorique de la résistance opposée par l'air aux projectiles oblongs dont l'axe de figure ne coïncide pas avec la direction du mouvement.

4. — Les méthodes expérimentales font défaut quand il s'agit de mesurer directement la résistance opposée par l'air au mouvement des projectiles oblongs dont l'axe de figure ne coïncide pas avec la direction du mouvement, et l'on est réduit à résoudre approximativement la question à l'aide du calcul.

Le procédé le plus ordinairement employé à cet effet est le suivant :

A la surface de révolution qui limite le projectile on substitue une série de troncs de cône et de cylindres, pour chacun desquels on détermine successivement, comme il va être expliqué, les deux composantes de la résistance de l'air, l'une parallèle et l'autre normale à l'axe de figure du corps ; faisant ensuite la somme de ces composantes partielles, on a les composantes de la résistance totale exercée par l'air sur l'ensemble du projectile.

5. — Soit donc un tronc de cône qui se meut dans l'air, la petite base en avant, avec une vitesse v et dont l'axe de

Fig. 3.

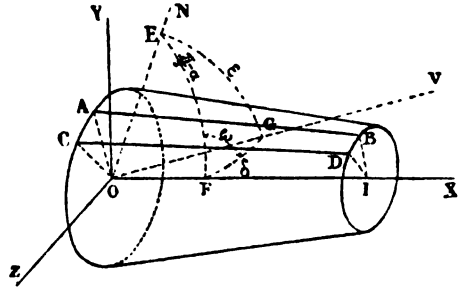


figure OX (fig. 3) fait un angle δ avec une parallèle, OV, à la direction du mouvement.

Digitized by Google

On désignera par :

R le rayon de la grande base,

r le rayon de la petite base,

α le demi-angle au sommet du cône,

ω l'angle dièdre formé avec le plan fixe YOX, qui contient l'axe de figure OX et une parallèle OV à la direction du mouvement, par un méridien quelconque OABI,

ε l'angle formé par la droite ON, normale à la génératrice AB, avec la droite OV, parallèle à la direction du mouvement.

D'après l'hypothèse énoncée précédemment (§ 2), la résistance dR exercée sur l'élément de surface ABCD compris entre deux méridiens infiniment voisins, est égale au produit de l'aire $d\sigma$ de ce petit trapèze par un nombre constant, A, par la densité de l'air Δ et par une certaine puissance de la vitesse normale w. On a donc la relation :

$$dR = \mathrm{A}\, d\sigma \frac{\Delta}{\Delta_1} w^n.$$

Mais avec les notations admises précédemment on a :

$$d\sigma = \frac{\mathrm{R} + r}{2} \cdot \frac{h}{\cos \alpha} \cdot d\omega \qquad w = v \cos \varepsilon ;$$

le triangle sphérique EFG fournissant d'ailleurs la relation :

$$\cos \varepsilon = \sin \alpha \cos \delta + \cos \alpha \sin \delta \cos \omega,$$

si l'on attribue à Δ sa valeur moyenne Δ_1, et si l'on admet en même temps que l'exposant de la vitesse soit égal à 4, ainsi que cela a lieu lorsque l'axe de figure du projectile se maintient parallèle à la direction du mouvement, la formule précédente s'écrit :

$$dR = \mathrm{A} \frac{\mathrm{R} + r}{2} \cdot \frac{h}{\cos \alpha} \cdot v^4 (\sin \alpha \cos \delta + \cos \alpha \sin \delta \cos \omega)^4 \cdot d\omega.$$

Il est évident que les résistances partielles exercées sur deux éléments de surface, symétriquement situés par rapport au plan YOX, ont suivant l'axe des Z des projections

Digitized by Google

égales et de sens contraire, qui se détruisent, et suivant les axes OX, OY, des projections égales et de même sens, qui doivent être ajoutées ensemble.

Il résulte de là qu'en désignant par X et Y les projections de la résistance totale R sur l'axe des x et sur l'axe des y, on a :

$$dX = -\frac{2\,A\,(R+r)\,h}{2\cos\alpha}\,v^4\,(\sin\alpha\cos\delta+\cos\alpha\sin\delta\cos\omega)^4\sin\alpha\,d\omega$$

$$= -A\,(R+r)\,h\,\mathrm{tang}\,\alpha\,v^4\,(\sin\alpha\cos\delta+\cos\alpha\sin\delta\cos\omega)^4\,d\omega, \quad (3)$$

$$dY = -\frac{2\,A\,(R+r)\,h}{2\cos\alpha}\,v^4\,(\sin\alpha\cos\delta+$$

$$+\cos\alpha\sin\delta\cos\omega)^4\cos\alpha\cos\omega\,d\omega,$$

$$dY = -A\,(R+r)\,h\,v^4\,(\sin\alpha\cos\delta+\cos\alpha\sin\delta\cos\omega)\cos\omega\,d\omega. \quad (4)$$

Avec les formes les plus ordinairement adoptées pour les projectiles, la demi-ouverture α des cônes successifs que l'on substitue à la partie ogivale est supérieure à l'angle δ ; il en résulte que la vitesse normale :

$$w = v\,(\sin\alpha\cos\delta+\cos\alpha\sin\delta\cos\omega),$$

ne s'annule en aucun point (1) et que, par conséquent, les troncs de cône inscrits dans la partie ogivale de la surface du projectile sont tout entiers soumis à l'action de la résistance de l'air.

Les expressions (3) et (4) doivent donc être intégrées entre les limites o et π ; en effectuant le calcul, on obtient :

$$X = -A\pi\,(R^2-r^2)\,v^4\,(\sin^4\alpha\cos^4\delta+$$
$$+3\sin^2\alpha\cos^2\delta\cos^2\alpha\sin^2\delta+\tfrac{5}{8}\cos^4\alpha\sin^4\delta), \quad (5)$$

$$Y = -A\pi\,(R+r)\,hv^4\,(2\sin^2\alpha\cos^3\delta\cos\alpha\sin\delta+$$
$$+\tfrac{3}{2}\sin\alpha\cos\delta\cos^3\alpha\sin^3\delta). \quad (6)$$

5. — Il est facile de déterminer la position du point où la résultante totale des actions de la résistance de l'air rencontre l'axe du tronc de cône, c'est-à-dire la position

(1) En effet, l'équation $w = o$ conduit à la suivante : $\cos\omega = -\frac{\mathrm{tang}\,\alpha}{\mathrm{tang}\,\delta}$, qui n'a aucune racine réelle lorsque $\alpha > \delta$.

Digitized by Google

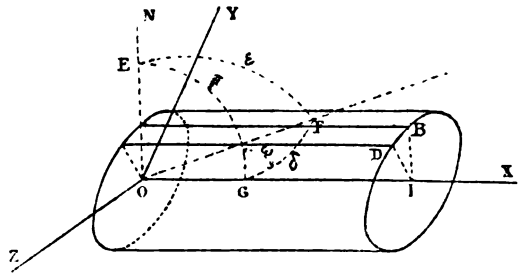
du *centre de résistance.* En effet, la résultante partielle des actions exercées sur un trapèze élémentaire compris entre deux génératrices infiniment voisines, passe par le centre de gravité de ce trapèze et est dirigée suivant la normale en ce point; toutes ces résultantes partielles et, par suite, la résultante générale elle-même coupent donc l'axe du cône en un même point, qui est par définition le *centre de résistance.*

On reconnaît sans peine qu'en désignant par d la distance de ce point à la grande base du tronc de cône, on a :

$$d = \frac{h^2(R + 2r) - 2(R^3 - r^3)}{3h(R + r)}. \qquad (7)$$

6. — Pour un cylindre dont l'axe de figure fait un angle

Fig. 4.



δ avec la direction du mouvement et qui a pour rayon R et pour hauteur h, on a :

$$dX = 0,$$

$$dY = -2\,ARhv^4 \cos^4 \varepsilon \cos \omega\, d\omega,$$

$$= -2\,ARhv^4 \sin^4 \delta \cos^5 \omega\, d\omega, \qquad (8)$$

puisque dans le triangle sphérique EFG, dont le côté EG est égal à $\frac{\pi}{2}$, on a :

$$\cos \varepsilon = \sin \delta \cos \omega.$$

La vitesse normale, $w = v \sin \delta \cos \omega$, s'annule pour

Digitized by Google

$\omega = \frac{\pi}{2}$: l'expression (8) doit donc être intégrée entre les limites o et $\frac{\pi}{2}$; on obtient ainsi :

$$Y = -\frac{16}{15} ARhv^4 \sin^4 \delta.$$

Il est d'ailleurs évident que le centre de résistance est situé au milieu de l'axe du cylindre.

7. — Enfin, on trouve aisément que les composantes totales de la résistance exercée par l'air sur un plan circulaire de rayon R, dont l'axe fait un angle δ avec la direction du mouvement, sont données par les formules :

$$X = -A\pi R^2 v^4 \cos^4 \delta, \qquad (10)$$
$$Y = 0$$

8. — Soient

$$X_1, X_2, \ldots . X_n,$$

les composantes parallèles à l'axe des x des résistances exercées par l'air sur les divers éléments dans lesquels on a décomposé la partie antérieure du projectile,

$$Y_1, Y_2, \ldots . Y_n,$$

les composantes des mêmes forces parallèles à l'axe des y,

$$x_1 . x_2 \ldots . x_n,$$

les distances de leurs points d'application, qui sont les centres de résistance des divers éléments, au centre de gravité de l'ensemble du corps, on aura, pour le projectile entier :

$$X_0 = X_1 + X_2 + \ldots . X_n, \qquad (11)$$
$$Y_0 = Y_1 + Y_2 + \ldots . Y_n, \qquad (12)$$
$$x_0 = \frac{Y_1 x_1 + Y_2 x_2 + \ldots . + Y_n x_n}{Y_1 + Y_2 + \ldots . + Y_n}. \qquad (13)$$

IV. — Remarques sur les résultats obtenus dans le chapitre précédent.

9. — Avant de faire application à un projectile déter-

Digitized by Google

miné des résultats acquis précédemment, il y a lieu de présenter les remarques suivantes :

Pour tous les projectiles lancés par des bouches à feu qui ont à la fois une grande portée et une faible dérivation — c'est-à-dire par des pièces tirant de *plein fouet* — l'angle δ ne paraît pas dépasser 6° [1]. La valeur de cet angle, exprimée en parties décimales du rayon, reste donc inférieure à 0,1 ; il en résulte que l'on peut, en ne commettant qu'une erreur de l'ordre du $\frac{1}{100}$ des termes conservés, négliger les termes en δ^2 dans les expressions où n'entre pas la première puissance de l'angle δ et les termes en δ^3 dans les expressions où figure cette même première puissance.

Au degré d'approximation qui vient d'être indiqué, les formules (5) et (6) se réduisent aux suivantes :

$$X = -A\pi (R^2 - r^2) v^4 \sin^4 \alpha \cos^4 \delta, \qquad (14)$$

$$Y = -2 A\pi (R + r) h v^4 \sin^3 \alpha \cos^3 \delta \cos \alpha \sin \delta. \qquad (15)$$

En comparant les formules (9) et (15), on voit que si l'on s'en tient toujours au même degré d'approximation, on peut, avec les projectiles oblongs formés d'un cylindre surmonté d'une partie conique, faire abstraction de la partie cylindrique et ne considérer que la partie conique dans la recherche de la résultante de la résistance de l'air et la détermination du centre de résistance.

V. — Application à l'obus de 95^{mm}.

10. — Soit donc un obus ordinaire de 95^{mm}, muni de sa fusée et lesté au poids normal de 10^k,950, de manière que le centre de gravité soit situé, comme d'ordinaire, à 0^m,139 du culot. On peut, sans grande erreur, remplacer la partie ogivale par deux troncs de cône disposés comme le montre la figure 5 et, par suite, il y a lieu de considérer la résistance exercée par l'air :

---

[1] Au moins quand la portée est inférieure à 4000 mètres.

Digitized by Google

1° Sur la tranche antérieure de la fusée;

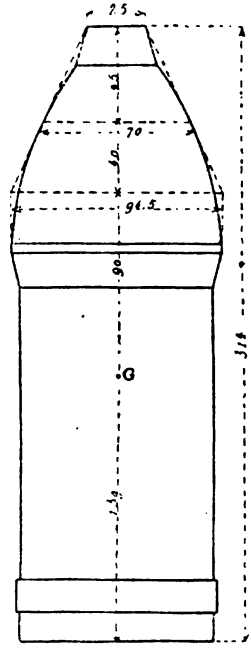
2° Sur le premier tronc de cône;

3° Sur le deuxième tronc de cône;

4° Sur la couronne annulaire formée par la partie de la ceinture qui fait saillie au-dessus du corps du projectile.

On trouve ainsi les résultats suivants:

Fig. 5.



Tranche antérieure de la fusée. — $R = 0^m,0125$,

(formule 10)

$X_1 = -0,0004909\ Av^4 \cos^4 \delta$.

Premier tronc de cône. — $r = 0^m,0125$, $R = 0^m,035$, $h = 0^m,045$,

(formule 14)

$X_2 = -0,0001343\ Av^4 \cos^4 \delta$,

(formule 15)

$Y_2 = -0,0010746\ Av^4 \cos^3 \delta \sin \delta$,

(formule 7)

$d_2 = 0^m,0062$,

x_2 (1) $= 0^m,1362$.

Deuxième tronc de cône. — $r = 0^m,035$, $R = 0^m,04725$, $h = 0^m,040$,

(formule 14)

$X_3 = -0,0000231\ Av^4 \cos^4 \delta$,

(formule 15)

$Y_3 = -0,0004968\ Av^4 \cos^3 \delta \sin \delta$,

(formule 7) $d_3 = 0^m,0063$,

» x_3 (2) $= 0^m,0963$.

Couronne annulaire. — R (3) $= 0^m,04796$, $r = 0^m,04675$,

(formule 10) $X_4 = -0,0003581\ Av^4 \cos^4 \delta$.

---

(1) La hauteur totale du projectile, la fusée comprise, étant de $0^m,314$ et le centre de gravité se trouvant à $0^m,139$ du culot, on a :

$$x_2 = 0^m,314 - 0^m,139 - (0^m,045 - 0^m,0062) = 0^m,1362.$$

(2) $$x_3 = 0^m,314 - 0^m,139 - 0^m,015 - (0^m,040 - 0^m,0063) = 0^m,0963.$$

(3) Rayon du cercle équivalant à la section de la ceinture après que cette dernière a subi l'empreinte des cloisons.

Digitized by Google

Par conséquent, pour le projectile entier, on a :

$$X_0 = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = -0{,}0010066\ Av^4 \cos^4 \delta, \quad (16)$$

$$Y_0 = Y_2 + Y_3 = -0{,}0015714\ Ax^4 \cos^3 \delta \sin \delta, \quad (17)$$

$$x_0 = \frac{Y_2\, x_2 + Y_3\, x_3}{Y_1 + Y_2} = 0^m{,}1236. \quad (18)$$

Si l'on désigne par γ l'angle que la résistance totale fait avec l'axe de figure prolongé en sens inverse de sa propre direction, on a :

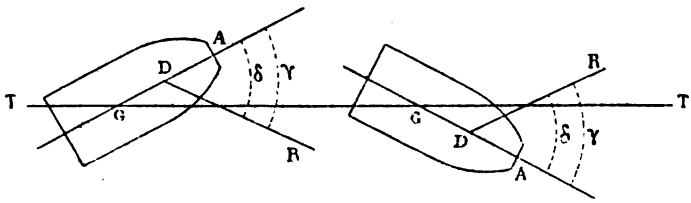
$$\text{tang}\ \gamma = \frac{Y}{X_0} \quad \frac{0{,}0015714\ Av^4 \cos^3 \delta \sin \delta}{0{,}0010066\ Av^4 \cos^4 \delta} = 1{,}5611\ \text{tang}\,\delta, \quad (19)$$

$$\gamma = 1{,}5611\ \delta = (K + 1)\ \delta, \quad (20)$$

en posant $\qquad K + 1 = 1{,}5611.$

11. — On peut reconnaître à l'aide de considérations différentes que la relation existant entre les angles δ et γ

Fig. 6.



est de la forme $\gamma = (K + 1)\ \delta$. En effet, comme le montre la figure 6, à deux valeurs de δ égales et de sens contraire correspondent pour γ deux valeurs égales et de sens opposé; en d'autres termes, γ est une fonction impaire de δ et l'on a :

$$\gamma = (K + 1)\ [\delta + m\ \delta^3 + n\ \delta^5 + \ldots.]$$

ou, en négligeant, comme on est convenu de le faire, les termes qui contiennent des puissances de δ supérieures à la seconde,

$$\gamma = (K + 1)\ \delta.$$

Digitized by Google

VI. — Équations différentielles du mouvement de translation.

12 — Dans ce qui va suivre, on figurera, suivant l'usage, pour tout corps animé d'un mouvement de rotation, la grandeur de la vitesse angulaire et le sens dans lequel la rotation a lieu, en portant à partir d'un point fixe P (fig. 7), sur la droite MN autour de laquelle tourne le corps, une longueur PQ proportionnelle à la vitesse angulaire et dirigée de telle manière qu'un observateur dont les pieds seraient au point fixe et qui serait lui-même couché sur la droite MN verrait tourner le corps devant lui de gauche à droite.

Fig. 7.

Deux rotations égales et de sens contraire se produisant autour d'un même axe MN seront figurées par deux droites PQ, PQ', de longueurs égales et directement opposées.

Parmi les diverses rotations s'exécutant autour d'un axe commun MN, on considérera comme positives celles dont les droites représentatives seront dirigées de gauche à droite (de P vers N), et comme négatives celles dont les droites représentatives seront dirigées en sens inverse (de P vers M).

Pour la plupart des bouches à feu de l'artillerie de terre, le pointeur placé à la culasse voit à la partie supérieure de l'âme, les rayures tourner de gauche à droite; les projectiles lancés par ces pièces sont donc animés d'une rotation négative.

13. — Au moment où un projectile oblong quitte la bouche à feu, la tangente à la trajectoire du centre de gravité coïncidant avec l'axe de figure, la résistance de l'air a la même direction que ces deux lignes et elle n'exerce aucune influence sur la rotation dont le corps est animé. Mais la tangente GT (fig. 8)

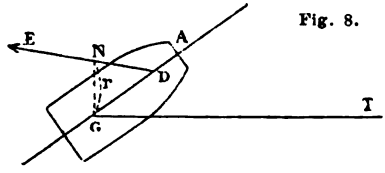


Fig. 8.

Digitized by Google

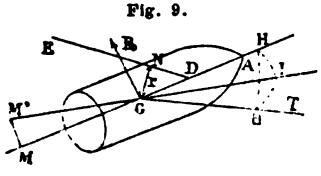
s'abaissant d'une façon continue sous l'action de la pesanteur, se sépare bientôt de l'axe de figure GA, qui tend, au contraire, à rester parallèle à lui-même, et la résistance de l'air, toujours contenue dans le plan de ces deux droites, prend une direction oblique à chacune d'elles, le point D où elle rencontre l'axe de figure étant d'ailleurs situé entre la pointe A du projectile et le centre de gravité G.

Dans ces conditions, la résistance de l'air tend à renverser le projectile en le faisant tourner autour d'un axe perpendiculaire au plan AGT, mais en raison de la rotation initiale que le corps a prise en suivant les rayures, cet effet ne se produit pas: seulement l'axe de figure se déplace, à chaque instant, normalement au plan AGT, en sorte qu'il décrirait un cône droit autour de la tangente GT si celle-ci, au lieu de s'infléchir progressivement, conservait une direction invariable (¹).

Le plan BGT tournant, comme l'axe de figure, autour

(¹) Ainsi qu'on l'a vu (§ 2), l'axe instantané de rotation, bien qu'il change en réalité constamment de direction à l'intérieur du corps, ne s'écarte jamais beaucoup de l'axe de figure et l'on peut admettre, sans grande erreur, que l'axe instantané, l'axe du moment résultant des moments des quantités de mouvement et l'axe de figure n'ont qu'un seul et même alignement.

Fig. 9.



L'axe GR $= Rr$ du moment de la résistance de l'air, qui est perpendiculaire au plan AGT, représente en grandeur et en direction la vitesse avec laquelle se déplace l'extrémité M de l'axe du moment résultant, en sorte que si l'on prend $MM' = Rrdt$, on a en GM et GM' deux génératrices infiniment voisines de la surface conique que l'axe du moment résultant — et par suite l'axe de figure, qui est supposé coïncider avec lui — décrit autour de la tangente GT. Si cette dernière droite était fixe, la surface dont il s'agit serait un cône droit, puisque le plan tangent, limite du plan GMM', est à chaque instant perpendiculaire au plan méridien AGT.

Dans le triangle rectangle MGM' on a :

$$GM' = \sqrt{\overline{GM}^2 + \overline{MM'}^2} = \sqrt{\overline{GM}^2 + R^2r^2dt^2} = GM + \frac{1}{2}\frac{R^2r^2dt^2}{M} - \ldots\ldots;$$

l'axe du moment résultant ne variant que d'un infiniment petit du second ordre pendant le temps infiniment petit du premier ordre dt, on doit le considérer comme rigoureusement constant : sa valeur est $A\Omega$ si l'on représente par A le moment d'inertie du projectile autour de son axe de figure et par Ω sa vitesse de rotation initiale.

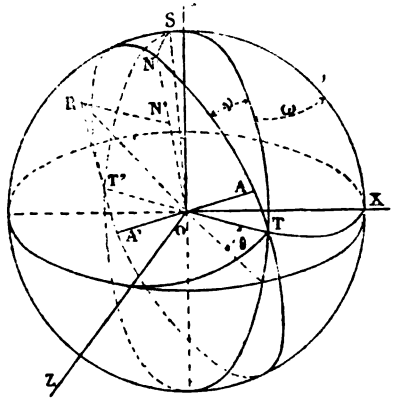
En désignant par v l'angle formé avec le plan vertical de la tangente par le plan qui contient cette même tangente et l'axe de figure, par δ l'angle de ces deux dernières droites, par α la quantité angulaire dont l'axe du moment résultant se dé-

Digitized by Google

de la tangente GT, la résistance de l'air qu'il contient ne tarde pas à faire un certain angle avec le plan de tir et, à partir de ce moment, elle fournit une composante qui a pour effet de faire sortir la trajectoire de ce dernier plan; le déplacement latéral qui en résulte pour le centre de gravité a reçu le nom de *dérivation*.

14. — Prenons pour axe des x l'horizontale du plan de tir passant par le centre de la bouche de la pièce, pour axe des y la verticale du même point et pour axe des z la perpendiculaire au plan de tir dirigée à droite de ce plan.

Fig. 10.



A un instant quelconque menons par la position qu'occupe alors le centre de gravité du projectile des parallèles aux axes fixes qui viennent d'être choisis et coupons, comme le montre la figure 10, ces droites par une sphère décrite avec l'unité pour rayon; soient à ce moment :

θ l'angle de la tangente OT avec le plan des xy;

---

place pendant le temps dt, le triangle sphérique HIK, rectangle au point H, fournit la relation :

$$\sin HKI = \frac{\sin IH}{\sin IK} \text{ ou } \sin \Delta v = \frac{\sin \alpha}{\sin \delta}$$

et, en remarquant que les angles Δv et α sont très-petits :

$$\Delta v = \frac{\alpha}{\sin \delta} = \frac{\frac{MM'}{GM}}{\sin \delta} = \frac{Rrdt}{A\Omega \sin \delta}$$

d'où l'on tire enfin :

$$\frac{dv}{dt} = \frac{Rr}{A\Omega \sin \delta}.$$

Telle est l'expression de la vitesse de précession de l'axe de figure autour de la tangente.

(Pour une étude plus complète du mouvement de rotation du projectile autour de son centre de gravité, voir les chapitres VIII, IX, X.)

Digitized by Google

ω l'angle du plan vertical passant par cette même tangente avec le plan de tir;

ν l'angle du même plan vertical avec le plan passant par l'axe de figure OA et par la tangente OT.

La résistance totale OR $= R$ se décompose en deux forces, l'une OT′ $= R_t = R \cos(\gamma - \delta) = R \cos[(K+1)\delta - \delta] = R \cos K\delta = R\left(1 - \frac{K^2\delta^2}{2} + \ldots\right) - R$, en valeur absolue, est dirigée suivant le prolongement de la tangente ; l'autre, ON′ $=$ T′R $= R_t$ tang $(\gamma - \delta) = - R_t\left(K\delta + \frac{K^3\delta^3}{3} + \ldots\right) = R_t K\delta$, est dirigée suivant la normale ON.

La première de ces deux forces a pour projections, suivant l'axe des y, $- R_t \sin\theta$ et, sur le plan des xy, $R_t \cos\theta$: la projection sur le plan des xy se décompose elle-même en deux autres forces égales, l'une à $- R_t \cos\theta \cos\omega$ suivant l'axe des x l'autre à $- R_t \cos\delta \sin\omega$ suivant l'axe des z.

Le plan normal à la trajectoire coupe le plan YOT suivant une certaine droite OS; dans ce plan normal, on peut décomposer la force R_n, en deux autres dirigées, l'une suivant OS et l'autre suivant une droite perpendiculaire. La première de ces deux composantes est égale à $R_n \cos\nu$ et elle a pour projections suivant l'axe des y, $R_n \cos\nu \cos\theta = R_t K\delta \cos\nu \cos\theta$ et sur le plan des xy, $R_n \cos\nu \sin\theta = R_t K\delta \cos\nu \sin\theta$; cette dernière projection donne elle-même suivant l'axe des x une composante égale à $- R_t K\delta \sin\nu \sin\omega$ et suivant l'axe des z une composante $R_t K\delta \sin\nu \cos\omega$.

Par conséquent, si l'on désigne respectivement par m et P la masse et le poids du projectile, les équations différentielles du mouvement du centre de gravité seront :

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = - R_t \cos\theta \cos\omega - R_t K\delta \cos\nu \sin\theta \cos\omega - R_t K\delta \sin\nu \sin\omega \quad (23)$$

Digitized by Google

$$m\frac{d^2y}{dt^2} = -\mathrm{P} - R_t \sin\theta + R_t \mathrm{K}\delta \cos\nu \cos\theta, \qquad (24)$$

$$m\frac{d^2z}{dt^2} = -R_t \cos\theta \sin\omega - R_t \mathrm{K}\delta \cos\nu \sin\theta \sin\omega + \\ + R_t \mathrm{K}\delta \sin\nu \cos\omega. \qquad (25)$$

15 — On a déjà vu que l'angle δ est toujours très-petit : il en est de même pour l'angle ω, car pour l'obus ordinaire de 95^{mm}, par exemple, le plan vertical passant par la bouche de la pièce et par le point de chute à 6000 mètres fait un angle de $\frac{30}{6000} = 0{,}005 = 27'$ seulement avec le plan de tir. On pourra donc supprimer les termes en δ^2, ω^2, $\omega\delta$, qui sont au plus de l'ordre du $\frac{1}{100}$ des termes conservés, remplacer $\cos\omega$ par 1 et $\sin\omega$ par ω.

En outre, comme dans letir de plein fouet l'angle θ reste toujours petit, on peut, au degré d'approximation qui vient d'être indiqué, négliger aussi le deuxième terme du second membre de la première équation. Enfin dans la deuxième équation, le troisième terme du second membre est fort petit relativement aux deux autres : on n'en tiendra pas compte non plus, ce qui est d'autant plus permis que ce terme est tantôt positif, tantôt négatif.

On montrera d'ailleurs ultérieurement que les termes négligés n'ont bien réellement qu'une très-faible influence. (Voir la note A.)

Les suppressions qui viennent d'être indiquées étant faites, les équations (23), (24) et (25) deviennent :

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = -R_t \cos\theta, \qquad (26)$$

$$m\frac{d^2y}{dt^2} = -\mathrm{P} - R_t \sin\theta, \qquad (27)$$

$$m\frac{d^2z}{dt^2} = -R_t\,\omega \cos\theta + R_t\,\mathrm{K}\,\delta \sin\nu. \qquad (28)$$

Si l'on désigne par X_0 la composante de la résistance

Digitized by Google

de l'air dirigée suivant l'axe de figure, on a (voir fig. 6) :

$$X_0 = -R \cos \gamma = R \cos (K + 1) \delta,$$

donc

$$R_t = R \cos (\gamma - \delta) = R \cos K\delta = X_0 \frac{\cos K\delta}{\cos (K + 1) \delta} = X_0,$$

puisque l'angle δ étant très-petit le rapport $\frac{\cos K\delta}{\cos (K + 1) \delta}$ diffère peu de l'unité.

Mais, d'après la formule (16), $X_0 = X_1 + X_2 + X_3$ est représenté par une expression de la forme $Mv^4 \cos^4 \delta$ — (M étant un coefficient numérique) — qui varie très-peu avec δ, puisque le facteur $\cos^4 \delta$ ne diffère jamais lui-même beaucoup de l'unité. On peut donc supposer que X_0 conserve en tout temps la valeur qu'il a lorsque $\delta = o$, c'est-à-dire la valeur donnée par l'expérience pour la résistance de l'air lorsque l'axe de figure coïncide avec la tangente. D'après cela, et en ayant d'ailleurs égard à la relation (2) on posera :

$$R_t = X_0 = A\pi R^2 v^4.$$

Si maintenant l'on remplace R_t par cette expression dans les équations (26), (27) et (28), que l'on divise tous les termes par m, on aura finalement, en désignant par c le quotient $\frac{P}{A\pi R^2 g}$ auquel on a donné la dénomination de *coefficient balistique :*

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{1}{c} v^4 \cos \theta, \tag{29}$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -g - \frac{1}{c} v^4 \sin \theta, \tag{30}$$

$$\frac{d^2r}{dt^2} = -\frac{1}{c} v^4 \omega \cos \theta + \frac{1}{c} v^4 K\delta \sin \nu. \tag{31}$$

16. — Les équations (29) et (30), qui représentent la projection de la trajectoire sur le plan de tir, sont celles

Digitized by Google

que l'on obtiendrait en cherchant le mouvement d'un point matériel qui aurait une masse égale à celle du projectile et serait sollicité, en sens contraire de son mouvement, par une force égale à la résistance que l'air oppose au projectile quand l'axe de figure de ce dernier coïncide avec la direction du mouvement de translation [1].

On peut les intégrer immédiatement, mais il n'en est pas de même de l'équation (31) qui contient l'angle ν, dont la valeur ne sera donnée que plus tard, quand on traitera du mouvement de rotation du projectile autour de son centre de gravité : l'intégration de cette dernière équation doit être momentanément ajournée.

VII. — Équation en termes finis de la projection de la trajectoire sur le plan de tir.

17. — En représentant par v la vitesse de translation du projectile, les équations (29) et (30) peuvent s'écrire :

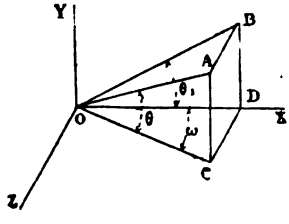
$$\frac{d.v\cos\theta}{dt} = -\frac{1}{c}v^4\cos\theta, \qquad (32)$$

$$\frac{d.v\sin\theta}{dt} = -g - \frac{1}{c}v^4\sin\theta. \qquad (33)$$

---

(1) L'angle θ qui figure dans ces équations est, en réalité, l'angle formé par la tangente avec le plan horizontal; mais, en raison de la petitesse de l'angle ω, on peut le considérer comme étant égal à l'angle θ_1 que la projection de la vitesse sur le plan de tir YOX fait avec l'axe des x.

Fig. 11.



En effet, OA représentant la vitesse à un moment quelconque et OB étant sa projection sur le plan de tir, on a :

$$\operatorname{tang}\theta = \frac{AC}{OC},\ \operatorname{tang}\theta_1 = \frac{BD}{OD} = \frac{AC}{OC\cos\omega} =$$

$$= \frac{AC}{OC\left(1 - \frac{\omega^2}{2} + \ldots\right)} = \frac{AC}{OC} = \operatorname{tang}\theta,$$

et, par suite,

$$\sin\theta = \sin\theta_1.$$

Digitized by Google

Éliminant la quantité $\frac{1}{c} v^4$ entre les deux dernières équations, il vient :

$$\frac{d.v \sin \theta}{dt} = -g + \tang \theta \frac{d.v \cos \theta}{dt},$$

ou, en développant les différentielles et réduisant :

$$v \frac{d\theta}{dt} = -g \cos \theta. \qquad (34)$$

Si l'on désigne par u la composante horizontale, $v \cos \theta$, de la vitesse, les équations (32) et (34) deviennent :

$$\frac{du}{dt} = -\frac{1}{c} v^4 \cos \theta, \qquad (35)$$

$$u \frac{d\theta}{dt} = -g \cos^2 \theta, \qquad (36)$$

L'équation (36) donne :

$$dt = -\frac{1}{g} u \frac{d\theta}{\cos^2 \theta} \qquad (37)$$

et, puisque $dx = udt$:

$$dx = -\frac{1}{g} u^2 \frac{d\theta}{\cos^2 \theta}. \qquad (38)$$

Éliminant t entre les équations (35) et (36), on obtient la relation :

$$du = \frac{1}{c} v^4 \cos \theta \times \frac{u}{g} \frac{d\theta}{\cos^2 \theta} = \frac{1}{cg} v^4 u \frac{d\theta}{\cos \theta} \qquad (38\ bis)$$

à laquelle on peut approximativement substituer la suivante :

$$du = \frac{1}{cg} \frac{\alpha^4 v^4 \cos^4 \theta}{\alpha \cos \theta} u \frac{d\theta}{\cos \theta} = \frac{1}{cg} \frac{\alpha^3 u^3 d\theta}{\cos \theta} \qquad (39)$$

α étant une quantité constante tellement choisie que le produit $\alpha \cos \theta$ diffère fort peu de l'unité pour toutes les valeurs de θ, ce qui est évidemment possible lorsque $\cos \theta$, comme cela a lieu dans le tir de plein fouet, ne varie qu'entre des limites très-rapprochées dans toute l'étendue de la trajectoire [1].

[1] Voir au chapitre XIII, § 29, la détermination numérique de α.

Digitized by Google

L'équation (39) peut s'écrire :

$$\frac{d\theta}{\cos^2\theta} = \frac{cg}{\alpha^3}\frac{du}{u^5}. \qquad (40)$$

Le remplacement du terme v^4 par la quantité sensiblement équivalente $\frac{\alpha^4 v^4 \cos^4\theta}{\alpha\cos\theta}$ a donc rendu possible la séparation des variables. En intégrant l'équation (40), il vient :

$$\operatorname{tang}\theta = -\frac{cg}{4\alpha^3}\cdot\frac{1}{u^4} + \text{const.} = \operatorname{tang}\varphi - \frac{cg}{4\alpha^3}\left(\frac{1}{u^4} - \frac{1}{u_0^4}\right), \qquad (41)$$

en désignant par φ l'angle de projection et par $u_0 = V\cos\varphi$ la composante horizontale de la vitesse initiale V.

Remplaçant dans l'équation (38) le facteur $\frac{d\theta}{\cos^2\theta}$ par sa valeur tirée de l'équation (40) on obtient :

$$dx = -\frac{1}{g}u^2 \times \frac{cg}{\alpha^3}\cdot\frac{du}{u^5} = -\frac{c}{\alpha^3}\cdot\frac{du}{u^3}, \qquad (41\ bis)$$

et par suite

$$x = \frac{c}{2\alpha^3}\cdot\frac{1}{u^2} + \text{const.} = \frac{c}{2\alpha^3}\left(\frac{1}{u^2} - \frac{1}{u_0^2}\right), \qquad (42)$$

équation qui, résolue par rapport à u, donne :

$$u = \frac{u_0}{\sqrt{1 + \frac{2\alpha^3}{c}u_0^2 x}}. \qquad (43)$$

Par conséquent, la vitesse suivant la tangente est donnée par la relation :

$$v = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2\alpha^3}{c}u_0^2 x}}\frac{u_0}{\cos\theta} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2\alpha^3}{c}u_0^2 x}} \times \frac{V\cos\varphi}{\cos\theta}. \qquad (44)$$

L'équation (37), quand on y remplace $\frac{d\theta}{\cos^2\theta}$ par $\frac{cg}{\alpha^3}\cdot\frac{du}{u^5}$, devient :

$$dt = -\frac{1}{g}u\frac{cg}{\alpha^3}\frac{du}{u^5} = -\frac{c}{\alpha^3}\frac{du}{u^4}. \qquad (44\ bis)$$

Digitized by Google

On a donc, en intégrant :

$$t = \frac{c}{3\alpha^3}\frac{1}{u^3} + \text{const.} = \frac{c}{3\alpha^3}\left(\frac{1}{u^3} - \frac{1}{u_0^3}\right)^{(1)}, \qquad 45$$

séparant les variables dans l'équation (38) et substituant dans l'expression résultante à la quantité u^2 sa valeur tirée de la relation (43), il vient :

$$\frac{d\theta}{\cos^2\theta} = -\frac{gdx}{u^2} = -g\left(\frac{1}{u_0^2} + \frac{2\alpha^3}{c}x\right)dx,$$

et, par suite, en intégrant :

$$\text{tang}\,\theta = \frac{dy}{dx} = -\frac{gx}{u_0^2} - \frac{g\alpha^3x^2}{c} + \text{const.} = \text{tang}\,\varphi - \frac{gx}{u_0^2}\left(1 + \frac{\alpha^3u_0^2x}{c}\right) \quad (47)$$

Une nouvelle intégration donne pour l'équation de la projection de la trajectoire sur le plan de tir :

$$y = x\,\text{tang}\,\varphi - \frac{gx^2}{2u_0^2}\left(1 + \frac{2\alpha^3u_0^2x}{3c}\right). \qquad (48)$$

E. Muzeau,
Chef d'escadron d'artillerie.

(*A suivre.*)

---

(1) Remplaçant u par sa valeur tirée de l'équation (43) on obtient cette autre formule :

$$t = \frac{c\left[\left(1 + \frac{2\alpha^3}{c}u_0^2x\right)^{\frac{3}{2}} - 1\right]}{3\alpha^3u_0^3}. \qquad (46)$$

Digitized by Google

INSTRUMENTS DE PERSPECTIVE.

LA PERSPECTIVE ; SON UTILITÉ AU POINT DE VUE MILITAIRE.

Faire la perspective d'un objet, c'est dessiner sur une surface quelconque une image disposée de telle façon que l'observateur, en la regardant, s'imagine voir l'objet lui-même dans l'espace, avec ses trois dimensions : largeur, longueur et hauteur.

On a cherché, de tout temps, à poser des règles pratiques et à fabriquer des instruments qui permettent à l'artiste de faire des perspectives exactes.

Ces perpectives peuvent se définir ainsi : supposer l'œil en un point fixe dit *point de vue*, derrière une plaque d'œilleton, par exemple; joindre l'œil par des rayons visuels, *lignes idéales*, à tous les points de l'objet, et couper toutes ces lignes par une surface, généralement plane, située entre l'œil et l'objet. Cette surface se nomme *tableau*, et l'ensemble de toutes les intersections du tableau avec les rayons visuels forme un dessin qui est la perspective, car en replaçant l'œil à la position du point de vue, on détermine, avec les divers points du dessin, une série de rayons visuels qui, prolongés, passeraient par les points correspondants de l'objet. L'imagination fait, ici, un effort évident, mais cet effort est d'autant moins considérable que la perspective est mieux faite, et que les ombres, teintes, demi-teintes, etc..., sont plus artistement placées.

Les divers cas de perspective usités dans l'art du dessin, se décomposent en :

Projection horizontale faite sur un tableau horizontal, au-dessus ou en dessous de l'objet, l'œil étant sur la verticale, à une distance infinie du tableau ;

Digitized by Google

Projection verticale, analogue à la précédente ; l'œil est situé à l'infini sur une horizontale perpendiculaire au tableau, qui est vertical ;

Perspective cavalière, militaire, isométrique. Cas particuliers de projections obliques sur des tableaux occupant une certaine position dans l'espace : l'œil étant situé à l'infini sur une perpendiculaire au tableau.

Perspective aérienne. C'est la seule qui donne un dessin logique dans lequel l'objet ne paraît jamais déformé. Elle parle beaucoup plus aux yeux que les divers genres de projection, mais elle est aussi d'une exécution rigoureuse beaucoup plus pénible.

C'est pourquoi l'on fait souvent des perspectives cavalières, militaires ou isométriques, tout en regrettant de ne pas avoir la facilité d'exécuter rapidement une perspective aérienne rigoureusement exacte.

Quand la perspective est tracée sur une surface cylindrique, le point de vue étant supposé sur l'axe du cylindre, elle porte le nom de *panorama.*

Éclaireur, topographe, professeur, auteur, artiste, l'officier a besoin de faire souvent de la perspective.

Parmi les nombreux appareils qui permettent d'éviter les tâtonnements en plaçant sur le dessin, par un artifice mécanique, les lignes principales de la perspective, on décrira d'abord celui que le capitaine d'artillerie Grandjean a imaginé et qui a reçu le nom de pendulographe [1].

PENDULOGRAPHE GRANDJEAN.

DESCRIPTION. EMPLOI.

Soient une glace transparente verticale A'B'C'D' (pl. X, fig. 1) et une plaque d'œilleton ABCD, disposée en avant

[1] Cet appareil a été soumis à l'examen du Comité d'artillerie, dans sa séance du 8 mai 1878. A la suite de cet examen, il a décidé que le pendulographe serait expérimenté dans quatre écoles et la *Revue d'artillerie* a été autorisée à publier la description de cet instrument.

Digitized by Google

de cette glace à une distance fixe; si l'on peut tracer, en M′ et N′, les intersections de la glace et des rayons partant de l'œil pour aboutir aux divers points M et N de l'espace, on aura, sur la glace, la perspective de ces points.

Le pendulographe Grandjean permet de transporter mécaniquement, sur une planchette opaque, disposée dans le plan prolongé de la glace, le dessin que l'on aurait tracé sur cette glace.

Une feuille de papier est fixée sur une planchette qu'un genou à coquille relie à un trépied (fig. 2). Une tige articulée, T, tenue par une mâchoire, M, porte une plaque noire, O, percée de trous. Cette plaque est disposée de telle sorte que l'œil puisse voir, au-dessus de la planchette, les objets à dessiner; de plus, elle peut se rapprocher à volonté du dessin, ce qui permet de fixer l'échelle de la perspective.

Un crayon porte-mine, C, muni d'une gorge près de son extrémité, s'engage dans l'un des trous biseautés d'une petite règle très-légère en bois, R (fig. 2 et 3). Cette règle porte une pointe-guidon, *p*, à sa partie supérieure et, à la partie inférieure, un fil à plomb, F. La règle repose ainsi sur la gorge du crayon et constitue un pendule composé qui reste très-facilement dans la verticale et y revient très-vite s'il en est écarté, car les oscillations de la règle et du fil à plomb se font en sens inverse et se neutralisent rapidement.

Le crayon est tenu à la main, normalement à la planchette, la pointe reposant sur le papier (fig. 3), la règle parallèle à la planchette, sur laquelle s'appuient l'annulaire et le petit doigt pour assurer la stabilité.

Si l'on aligne la pointe *p* (fig. 2) sur un rayon visuel, OP, le crayon tracera en *p′* un point relié au point *p* par une ligne *pp′* de longueur et d'inclinaison constantes. Aussi, la perspective d'une ligne, PQ, qui serait tracée en *pq* par la pointe *p* sur le plan de la planchette prolongée vers le haut, sera descendue parallèlement à elle-même en *p′q′* sur la feuille du dessin.

Digitized by Google

La plaque O′, à gauche de la plaque O, est placée devant l'œil qui ne travaille pas. Cette disposition dispense l'opérateur de tenir l'œil fermé. L'écartement entre les deux plaques permet de loger le nez et de mettre l'œil au plus près de l'œilleton.

La figure 4 montre la manœuvre de l'appareil : la planchette est mise verticale au moyen du fil à plomb, qui permet d'assurer l'horizontalité des bords supérieur et inférieur ; le crayon est tenu d'une main ferme, et le dessinateur doit aller lentement et chercher à obtenir des points de repère plutôt que de suivre le contour des objets.

Le pendulographe ne contient ni loupe ni prisme ; sa mise au point est donc la même pour tous les objets, et l'on peut mettre en perspective des points très-diversement éloignés du plan du tableau. Malheureusement, il est assez pénible de dessiner longtemps sur une surface verticale, et comme l'œilleton doit être, en moyenne, à $0^m,25$ ou $0^m,30$ de la feuille de papier, pour que la pointe-guidon paraisse nette, le bras sera tendu presque entièrement et se fatiguera vite.

C'est pourquoi il ne faut pas trop demander à l'appareil et chercher surtout à obtenir des *points de repère* qui faciliteront la mise en place des détails.

L'auteur propose l'emploi du pendulographe :

1° Pour déterminer, dans les polygones, la position des points de chute et les coordonnées des points d'éclatement;

2° Pour exécuter rapidement les perspectives du terrain à battre en avant d'un ouvrage de fortification, ces perspectives permettant ensuite de déterminer l'angle en direction et en hauteur à donner aux bouches à feu pour toucher un point donné.

§ 1. — *Détermination des coordonnées des points de chute et d'éclatement.*

Soit XY le plan de tir (fig. 5). On dispose la planchette du pendulographe en *mn* parallèlement à XY, à hauteur

Digitized by Google

du but et à quelques centaines de mètres à droite ou à gauche du plan de tir. Le but B et un signal S étant rapportés en *s* et *b* sur le dessin, l'écartement *sb* comparé à la longueur SB donne l'échelle de la perspective. On peut régler la distance de l'œilleton à la planchette de manière à avoir pour l'échelle un rapport simple. Tout projectile P_1, P_2, P_4, éclatant avant d'atteindre le sol ou venant frapper la terre, comme en P_4, par exemple, sera reporté sur le dessin au moment de sa chute ou de son éclatement, ce qui permettra de mesurer ensuite les hauteurs des points d'éclatement au-dessus du sol, ainsi que les abcisses de ces points par rapport au pied B du but ou par rapport à la batterie.

Il est vrai que l'instrument ne tient pas compte des écarts latéraux. Ainsi P_1 et P_4 sont à gauche du plan de tir et P_2 est à droite, mais ces écarts sont généralement faibles et l'erreur que l'on commet en relevant au pendulographe, non pas le point P_1 lui-même, mais l'intersection du rayon visuel OP_1 avec le plan de tir, est insignifiante et sera d'autant plus facilement négligeable qu'on aura pris la précaution de s'installer à une distance plus considérable du plan de tir.

La figure 6 montre un relevé du tir du canon de 7 à 2 000 mètres, avec obus à balles (fusées fusantes), fait au pendulographe, dans une école à feu, le 19 juillet dernier. L'observateur [1] se trouvait à 800 mètres du plan de tir. Le but se composait de deux panneaux placés l'un devant l'autre. Un signal, S, était à 100 mètres en avant du premier panneau et un autre signal, S′, était à 100 mètres en arrière du second panneau.

§ 2.—*Exécution de la perspective du terrain à battre en avant d'un ouvrage de fortification.*

La figure 7 a été prise d'un point situé au-dessus

[1] M. le lieutenant Baldy, du 6e régiment d'artillerie.

Digitized by Google

d'Eybens, près de Grenoble. Elle donne le défilé de Voreppe et le massif de la Chartreuse ; la distance de l'œil au tableau était de $0^m,242$.

La figure 8 a été prise du fort de Montavie. La cote de la station est 550 mètres, et la distance de l'œil au tableau était de $0^m,261$. L'horizontale à la cote 550 a été tracée par le relevé, sur le dessin, d'un point de la campagne dont la cote était la même que celle de la station.

Les cotes inscrites sur ces deux perspectives sont prises sur la carte de l'état-major. A côté des noms des points principaux et des cotes on peut également inscrire les distances en mètres qui séparent ces points de la station ; on mesure ces distances sur la carte.

Le chef de pièce peut donc en déduire les distances d'un grand nombre d'autres points, surtout si les repères sont assez nombreux et assez judicieusement choisis.

L'angle d'élévation du but s'obtient par une construction graphique fort simple sur l'établissement de laquelle on ne s'arrêtera pas. Les éléments qui permettent de l'obtenir sont la distance de l'œil au tableau, la hauteur mesurée sur le dessin de la perspective du point au-dessus de l'horizontale, et la position du pied de la perpendiculaire abaissée de l'œil sur le tableau.

Ces quelques exemples suffisent pour montrer tout le parti qu'on peut tirer du pendulographe soit pour relever les résultats du tir dans le polygone, soit pour établir, en temps de paix, le dessin perspectif du terrain à battre par un ouvrage de fortification.

INSTRUMENTS DE PERSPECTIVE.

On s'est souvent préoccupé de construire des appareils mécaniques pour résoudre le problème de la perspective, de manière à obtenir le tracé du dessin, soit sur une surface verticale, soit de préférence sur une surface horizontale ou légèrement inclinée.

Digitized by Google

Ces appareils offrent des dispositions très-variées.

Dès les temps les plus reculés on a eu l'idée d'interposer verticalement une glace transparente entre l'œil et l'objet (Pl. X, fig. 1), et les efforts des inventeurs ont tendu à surmonter la difficulté du tracé des lignes sur le verre. Quelques-uns ont eu l'idée de diviser cette glace en carreaux au moyen d'un treillis et de dessiner sur un papier qu'ils avaient quadrillé d'une manière analogue.

La figure 9 (Pl. XI) montre comment on pourrait disposer un appareil de ce genre. Un cadre rectangulaire ABCD est divisé en carreaux par des fils verticaux et horizontaux. Une plaque O, fixée à $0^m,30$ environ de ce cadre, est reliée aux côtés AB, etc., par des parois noires, en étoffe, par exemple, constituant la surface latérale d'une sorte de pyramide quadrangulaire. L'appareil est mis en station sur une table ou sur un trépied, et le dessin se fait sur une feuille de papier sur laquelle on aura tracé un quadrillage semblable à celui du cadre.

On peut former un appareil du même genre, mais beaucoup plus puissant, en adaptant un réticule spécial (fig. 10) à une lunette terrestre, ce qui permet de dessiner tout ce qu'on observe dans le champ de la lunette.

Le système du quadrillage avait été préconisé par Pietro del Francesca en 1450, par Viator en 1505 et, en 1722, par l'abbé d'Hautefeuille (1).

Le *R. P. Nicéron* (2) proposa, en 1638, de dessiner la perspective à l'aide de la lumière d'une lampe qu'on met à l'emplacement du point de vue, et de faire le dessin mécaniquement avec un crayon attaché au bout d'une baguette. Ici, l'objet se trouve entre le point de vue et le tableau.

En 1664, on emploie en Angleterre un parchemin préparé de manière à être transparent comme du verre.

---

(1) *Journal des savants*, année 1722, p. 601.

(2) *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, 1844, p. 422.

Digitized by Google

M. *Clinchamp* présente, en 1822 [1], un instrument qu'il nomme *hyalographe* (fig. 11). Il se compose d'une glace verticale transparente, d'un oculaire et d'un crayon spécial. La glace est très-mince, sans globule et aussi plane que possible. On l'enduit, du côté de l'oculaire, d'une légère couche d'eau gommée et l'on fait le trait avec un crayon de blanc de craie ou de terre de pipe. Le dessin achevé, on incline la glace sur le support L, la couche gommée en dessous, et l'on suit, sur l'autre face, tous les traits blancs du crayon, avec un petit pinceau bien pointu, enduit d'une encre spéciale, dite encre hyalographique. On laisse sécher, puis on étend, sur ce dessin, une feuille de papier légèrement humectée, sur laquelle on obtient, par pression, un décalque de l'image. Ce décalque enlève assez peu d'encre pour qu'il soit possible d'obtenir encore deux ou trois épreuves du même tracé. Cet avantage compense l'obligation dans laquelle on est de faire le dessin deux fois.

Quelques auteurs ont essayé de dessiner directement la perspective sur la glace. C'est ainsi que le capitaine *Czadek*, de l'artillerie autrichienne, opère pour mesurer la hauteur et l'intervalle d'éclatement des shrapnels [2]. C'est le problème que le capitaine Grandjean a résolu, de son côté, par un procédé différent.

D'autres appareils permettent de tracer directement la perspective sur la feuille de papier, avec visée directe sur l'objet ; ce sont : la machine de *Rennenkampff*, l'appareil *Boucher*, le diagraphe *Gavard* et le pantodiagraphe *Gélin*, dans lesquels le papier est horizontal ; l'appareil *Page*, dont la planchette est inclinée, l'homographe *Burnier* et l'appareil *Audra*, qui obligent à dessiner sur une tablette verticale.

Enfin, la chambre obscure, directe et à tirage, les appareils de photographie, la chambre claire et le téléicono-

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1822, p. 154, et 1823, p. 126.
(2) Voir *Revue d'artillerie*, t. VII, février 1876, p. 474.

Digitized by Google

graphe, chambre claire munie d'une lunette, constituent une série d'instruments dans lesquels le rayon visuel traverse des loupes et des prismes avant d'atteindre l'objet.

Une description sommaire de ces divers appareils permettra de juger de leur valeur relative et des ressources qu'on peut en tirer.

Dans la *machine de Rennenkampff* (1) (fig. 12), la feuille de dessin est horizontale. Une équerre, ABD, qui peut glisser parallèlement à elle-même contre le bord antérieur de la planchette au moyen du guide PQ, porte une poulie horizontale, A, et trois poulies verticales, B, B', D. Un fil enroulé sur ces poulies et tendu fortement porte un crayon en C et un point de mire en M. L'opérateur vise par l'œilleton O et aligne le point M sur l'objet. La section du cône perspectif par le plan, dans lequel se meut BD, se trouve rabattue sur le dessin, et le crayon C marque la position du point de mire M, car la longueur CB'M est constante, et le plan de ces trois points est perpendiculaire à PQ.

M. Rouget de Lisle, dans son résumé historique (2) des instruments de perspective, dit que l'invention de cet appareil est attribuée à tort au baron de Rennenkampf, et que le véritable auteur est Cigoli, mort en 1642.

La manœuvre est longue et l'on ne peut faire autre chose que de placer des points.

Aussi, a-t-on conseillé, de préférence, l'emploi de la glace verticale enduite d'eau gommée (principe de l'hyalographe décrit ci-dessus) lorsqu'on veut dessiner des courbes continues.

M. *Boucher*, capitaine ingénieur-géographe, présente, en 1821 (3), un appareil (fig. 13) identique, comme principe, à celui du baron de Rennenkampff ou de Cigoli, appareil qu'il ne connaissait pas au moment où il a inventé

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1810, p. 131, rapport de M. de Lasteyrie.
(2) *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1844, p. 427.
(3) *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1821, p. 161.

Digitized by Google

le sien. La disposition en est un peu différente, les articulations plus soignées et le pointé plus assuré. L'inventeur résoud, de plus, un problème important : c'est la mise en perspective d'objets qu'on n'a pas devant les yeux, mais dont on possède les projections verticale et horizontale. Sur le prolongement P de la table, il place la projection horizontale dans une orientation convenable, et amène une petite colonne verticale, *aa'*, au-dessus de chacun des points remarquables *a* de cette projection. Un voyant mobile, *a'*, est placé sur cette colonne à la hauteur *aa'* indiquée, pour le point A du corps, par sa projection verticale. En amenant ensuite l'équerre MC de manière à placer le point de mire M sur le rayon visuel O*a'*, le crayon marquera, en C, la perspective du point A.

Le *diagraphe* imaginé en 1830 par M. *Gavard* (1), lieutenant ingénieur-géographe, est encore fondé sur le même principe, mais il constitue un progrès très-notable sur les appareils de Cigoli ou Rennenkampff et de M. Boucher.

L'équerre (fig. 14) est mobile sur des galets de grand rayon, et son transport latéral assuré par un rail perpendiculaire à son plan. La liaison du point de mire et du crayon est dépourvue autant que possible de frottements, et le dessinateur peut tracer assez facilement des courbes continues.

La figure représente le diagraphe qui a permis de reproduire les tableaux de la galerie de Versailles. Une lunette rapproche les objets et assure le pointé.

Le *pantodiagraphe* de M. Gélin a pour objet de dessiner sur une table horizontale. Il ressemble, en cela, au diagraphe, mais il est fondé sur un principe géométrique très-différent.

Un rail, RR' (fig. 15), est fixé sur le bord de la planchette opposé à l'œilleton. Deux chariots, M, M', constituent la base variable de deux triangles isocèles égaux, l'un,

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1820, p. 407.

Digitized by Google

MPM′, vertical, l'autre, MCM′, horizontal. Une pièce A au sommet du losange articulé ABCD, est à cheval sur le rail, car MB = BC, et se trouve toujours au milieu de la distance des deux chariots M et M′, de sorte que la ligne de longueur variable AC, perpendiculaire au rail, est constamment égale à PA. En P est une tige, PF, assujettie à passer librement dans un trou de la pièce A. Le sommet F, de cette tige, sert de point de mire et monte ou descend, suivant que les chariots M et M′ s'écartent ou se rapprochent.

Le crayon, fixé en C, décrit donc, sur la planchette, toutes les courbes tracées par F dans le plan MPM′.

Cet instrument fonctionne parfaitement et les mouvements du crayon sont beaucoup plus libres que ceux du traçoir du diagraphe.

L'appareil de M. *Page*, professeur à l'école d'artillerie de Vincennes, permet de faire le dessin sur une planchette dont l'inclinaison peut varier au gré de l'opérateur. Deux traverses, TT′ (fig. 16), glissent dans des rainures sous la planchette et portent un cadre, AB, vertical, qui peut se rabattre à volonté autour des charnières *ab*.

Deux poulies, A et B, fixées en haut de ce cadre, parallèlement à son plan, constituent une base horizontale. Deux autres poulies, A′B′, donnent une base de même longueur à la partie supérieure de la planchette ; enfin deux poulies, *a*, *b*, normales au cadre sont placées sur son côté inférieur dans des plans, A*a*A′, B*b*B′, perpendiculaires à la base AB.

Un fil, attaché à la pointe d'un petit cône creux, C, suit le chemin CA′*a*AP et porte un poids P. Un autre fil, partant aussi de C, passe en B′, *b* et B, et porte le poids P′. A ces poids P et P′ est fixé un autre fil qui passe sur les poulies A et B et qui suit la ligne brisée PAMBP′ tirée en M par un troisième poids. Les longueurs sont calculées de manière que AM = A′C et BM = B′C.

On voit immédiatement que si le point C se déplace sur le papier, les triangles AMB, A′CB′ seront toujours

Digitized by Google

égaux, car les variations des côtés homologues seront les mêmes et feront monter ou descendre les poids P et P′. Il suffit donc de mettre un crayon en C, la pointe engagée dans le petit cône, et de le mouvoir de manière à suivre les lignes XY de l'espace en appuyant le rayon visuel sur le point M, pour dessiner la perspective décrite par ce point M dans le plan vertical du cadre.

Ce point est très-stable, ses déplacements se font avec une extrême facilité et sans le moindre balancement.

Dans l'*homographe Burnier* (1), le problème du transport sur une planchette verticale de la perspective décrite par une pointe se mouvant dans le plan prolongé de la planchette, se trouve résolu, mais le mécanisme présente de nombreux frottements.

Un bras coudé (fig. 17) tient l'œilleton O en avant de son plan. Des tiges rigides partant de ses quatre angles la relient à un axe vertical, AB, autour duquel peut tourner librement un volet, V, qui entraîne, dans son mouvement, deux tiges M, N, horizontales et passant l'une, un peu en dessus de la planchette, l'autre, un peu au-dessous. Un crayon, C, est fixé normalement à une règle légère, P″P, terminée par une pointe P et engagée dans deux fentes des tiges M et N. Celles-ci étant dans le plan du volet V, la tige PP″ est toujours verticale. Le crayon est tenu à la main et trace, en P″, le rabattement de la perspective d'un point P′ de l'espace.

Le principe géométrique est donc identique à celui sur lequel est basé le pendulographe, mais la solution mécanique est tout à fait différente.

M. *Audra* (2), ancien lieutenant d'artillerie, a imaginé une ingénieuse modification du pendulographe et a cherché à éviter les oscillations que la main ou le vent communiquent assez souvent au pendule. Malheureuse-

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1841, p. 281.
(2) Cet appareil figure dans la classe 15 (instruments de précision), à l'Exposition de 1878.

Digitized by Google

ment, l'appareil a un nombre assez considérable de pivots, ce qui donne beaucoup de frottements.

L'œilleton O (fig. 18) est disposé en avant de la planchette, qui est surmontée d'un cadre, ABCD, de dimensions deux fois moindres, et d'un point fixe F, autour duquel oscille la tige FE. Celle-ci porte un parallélogramme articulé, GHIE, le point G étant le milieu de FE. Les côtés HG et IE sont prolongés jusqu'en M et en K. M est le point de mire, K le crayon ; ces deux points sont en ligne droite avec l'axe F, et FM = MK. Le crayon marquera donc, en K, la perspective d'un point, P, et le dessin fait sur la planchette sera la perspective décrite par la pointe M, mais doublée. Le paysage qu'on peut dessiner sur la planchette est limité par le cadre ABCD.

La *chambre obscure* est d'invention fort ancienne ; 300 ans avant J.-C., *Aristote* avait observé le phénomène sur lequel s'appuie la construction de cet appareil. En 1575, *Porta* dessinait à l'aide de la chambre obscure, et, en 1562, le *R. P. Nicéron* y ajoutait un verre convexe pour agrandir les images (fig. 19) et un miroir pour les redresser.

Les dessinateurs se servent de la chambre obscure décrite par la figure 19, et, mieux encore, de la disposition représentée, figure 20. Un prisme, P, renvoie les images sur une table horizontale placée à une distance convenable. L'opérateur n'a plus qu'à suivre les traits avec la pointe du crayon. Un rideau noir enveloppe tout l'appareil, ainsi que le dessinateur.

Les applications de la chambre obscure à la représentation mécanique des objets sont trop connues pour qu'il soit nécessaire de les rappeler. Le *daguerréotype*, la *photographie*, la *photogravure*, permettent de fixer et de reproduire à un nombre indéfini d'exemplaires la perspective peinte par la lumière sur la paroi opposée à l'ouverture de la chambre.

La chambre obscure a été employée, dans certains cas, pour représenter sur une feuille de dessin les abords

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

d'une place ou d'une côte. L'appareil est installé à l'abri des vues de l'ennemi, dans l'épaisseur d'une casemate, par exemple. La disposition générale est celle de la figure 20.

Ce système a été employé pour la défense des côtes. La table (fig. 21) avait reçu le dessin de la rade et l'emplacement exact des torpilles qui défendaient les abords de la côte. L'image du mouvement des vaisseaux ennemis venait se former sur ce dessin par le jeu du prisme, et l'observateur avait à la portée de la main une sorte de clavier de piano lui permettant de faire sauter par l'électricité, en appuyant sur la touche convenable, telle ou telle torpille au moment où le vaisseau passait au-dessus.

La *chambre claire* (fig. 22) a été inventée par Wollaston en 1806 (1). Un prisme, ABCD, symétrique par rapport à AC, est disposé au-dessus d'une feuille de papier. Le rayon lumineux issu d'un point, P, se réfléchit sur les faces DC et CB, dont l'angle est de 135 degrés, et l'œil voit ce point en P′ sur le papier. L'opérateur regarde de manière à voir à la fois à travers le prisme, et en deçà de l'arête B. Il lui est donc possible de superposer la pointe d'un crayon, H, à l'image P′ qui se peint sur le papier.

Dès son apparition, la chambre claire a été l'objet d'applications nombreuses; elle est fréquemment employée par les dessinateurs, quoique l'œil ait de la peine à s'accommoder aux diverses distances des objets et à l'éclat relatif de ceux-ci et du crayon. On facilite beaucoup son usage par l'emploi d'une petite lentille convergente, L, disposée très-près du prisme et amenant l'image P′ et la pointe du crayon à être vus également bien. On obtient encore de meilleurs résultats en employant, comme le conseille le colonel Goulier, des lentilles divergentes (verres de myope) de plusieurs numéros, qui peuvent se combiner entre elles de manière à obtenir des images toujours nettes, quel que soit l'éloignement de l'objet; enfin des

(1) *Annales de chimie et de physique*, t. XXII, p. 137.

Digitized by Google

verres diversement colorés éteignent partiellement la lumière de l'image ou du papier jusqu'à ce que les clartés du point P′ et de la pointe du crayon soient sensiblement égales.

Quand on a dessiné ce qui est compris dans le champ de l'appareil, on tourne légèrement le prisme et l'on déplace le papier de manière à rattacher, au moyen de deux à trois repères, la portion voisine à celle qui a déjà été dessinée, et ainsi de suite.

La chambre claire a été combinée, dès 1807, avec le microscope et le télescope. « M. Bate [1], habile opticien « de Londres, écrit en juillet 1807 à Nicholson pour lui « annoncer qu'il emploie la chambre claire de Wollaston « pour dessiner les objets amplifiés ou réduits, et vus, soit « au microscope, soit à l'aide d'un télescope ou d'une lu- « nette ordinaire. »

Le colonel Laussedat a conseillé depuis longtemps de grossir l'image par une lunette placée en avant du prisme et d'obtenir ainsi le dessin très-amplifié d'objets lointains.

Le *téléiconographe* est l'application du principe émis par M. Bate et par le colonel Laussedat.

Une lunette, L (fig. 23), grossissant 15 fois environ, est montée sur un pied relié à une petite planchette. Le prisme P, fixé à une pièce qui se visse en avant de l'oculaire, projette l'image sur le papier. Le dessinateur trace, avec le crayon C, les objets contenus dans le champ circulaire de la lunette. Après achèvement du dessin contenu dans ce cercle, l'opérateur fait glisser le papier dans les rainures RR′, SS′, et déplace tout le système au moyen de vis de rappel placées sous la planchette, jusqu'à ce que le raccord du nouveau cercle se fasse avec le cercle précédent au moyen de repères communs *m* et *n* (fig. 24).

Dans le premier téléiconographe, construit par M. *Le-*

[1] *Bibl. britannique*, t. XLIII, p. 77, et *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1841, p. 427.

Digitized by Google

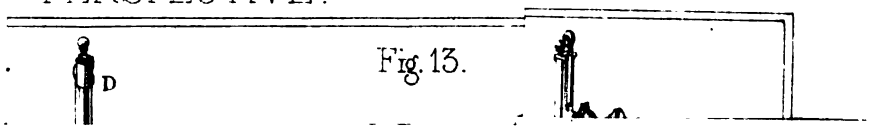


Fig. 13.

Digitized by Google

Digitized by Google

fèvre, sous la direction de M. *Revoil,* la lunette et la planchette sont indépendantes l'une de l'autre. L'appareil [1] représenté dans la figure 23 a été établi par le même constructeur, sous la direction de M. *Viollet-Leduc,* qui en a tiré un très-bon parti, notamment pour l'étude des formes rocheuses du Mont-Blanc, étude qu'il lui eût été impossible de faire à l'aide de la photographie, car des arêtes, quelquefois fort importantes à relever, disparaissent presque complétement dans le cliché, lorsqu'elles sont les intersections de deux faces également éclairées, tandis qu'elles sont toujours visibles dans la chambre claire.

Les figures 25 et 26 représentent des vues prises avec le téléiconographe [2] sur des points très-éloignés; le grossissement de la lunette était de 15,15.

La portion d'enceinte fortifiée (fig. 25) a été dessinée à 2 600 mètres; le paysage (fig. 26) donne des détails fort nets dans une zone de 6 kilomètres environ. Les maisons qui figurent au premier plan sont à 7 kilomètres de la station. La partie droite de la route, sensiblement perpendiculaire au tableau, n'a pas moins de 2 kilomètres de longueur, et l'instrument a permis, malgré la distance, de dessiner les voitures et les piétons qui circulaient sur cette route, dont le coude est à 9 500 mètres. Le village est à $11^{k},5$, le cimetière à 12 kilomètres et l'ouvrage de fortification, qu'on voit au dernier plan, est à 12 300 mètres du dessinateur.

Cet appareil peut donc rendre de grands services pour le dessin des points éloignés : reconnaissance d'une place, observation, dans quelques cas particuliers, des effets produits dans le tir en brèche aux grandes distances [3], dessin

---

[1] Ces deux appareils figurent à la classe 15, Exposition de 1878, vitrine de M. Lefèvre.

[2] Par le capitaine du génie Delarue, chargé par l'école régimentaire du génie de Versailles, d'étudier cet appareil.

[3] Voir *Revue d'artillerie,* t. XI, mars 1878, p. 517, note n° 2. — La disposition du réticule d'une lunette puissante (fig. 10), la lunette de batterie, par exemple, permettrait de faire les mêmes relevés.

Digitized by Google

des progrès journaliers faits par l'assiégeant dans la construction de ses travaux d'approche, etc.

Le colonel Goulier vient de construire [1] une lunette, très-puissante, malgré ses dimensions fort restreintes. Cette lunette, jointe à la chambre claire, constitue un téléiconographe de $0^m,15$ de longueur environ. L'appareil peut être fixé à une planchette quelconque au moyen de supports légers en laiton.

Levé des plans par la perspective. — Le cadre de cette notice ne permet pas d'étudier la question du levé des plans, fait uniquement au moyen de perspectives obtenues soit à l'aide d'appareils spéciaux, soit par la photographie. Les difficultés d'exécution et de restitution du plan sont assez grandes pour qu'il soit beaucoup plus avantageux, dans la plupart des cas, d'opérer directement avec les instruments ordinaires des levés; les perspectives seront très-utiles pour l'étude et la détermination de certains détails, mais leur emploi doit se borner à ce rôle.

P. Peigné,
Capitaine d'artillerie.

Le pendulographe Grandjean, le diagraphe Gavard, l'appareil Audra, la chambre claire, les téléiconographes Revoil, Viollet-Leduc et Goulier figurent à l'Exposition de 1878.

Les dessins de l'hyalographe et de la machine de Rennenkampff (pl. XI, fig. 11 et 12) ont été copiés sur les gravures du temps.

---

[1] Vitrine du Dépôt des fortifications, classe 15, Exposition de 1878.

Digitized by Google

LES

AFFUTS HYDRAULIQUES

DU

CUIRASSÉ CIRCULAIRE RUSSE VICE-AMIRAL POPOFF.

On vient d'adopter, en Russie, pour les deux canons de 40 tonnes et de 12 pouces (305^{mm}) qui constituent l'armement du cuirassé circulaire *Vice-Amiral Popoff*, deux affûts hydrauliques, qui ont été construits dans l'usine de MM. Easton et Anderson, avec la collaboration du lieutenant Razkazoff, de la marine impériale russe, qui en avait donné les premiers dessins.

Les deux affûts (Pl. XII) sont disposés dans une tourelle ronde et fixe de 7^{m},93 de diamètre et de 2^{m},08 de hauteur, dont le blindage a 456 millimètres d'épaisseur; ils sont jumelés et leurs quatre flasques sont réunis à l'avant par une entretoise, A′, en acier fondu, à section triangulaire, à l'arrière par des plaques et des cornières en fer, A″, et par une plaque de fond, P, qui porte en son centre le logement du pivot, M, de manière à former une plate-forme tournante. Cette plate-forme n'a pas de galets ; elle s'appuie par une couronne en bronze, *a*, sur une voie circulaire en fer forgé, L, sur laquelle elle glisse en tournant. Sous elle est fixée une forte couronne d'acier fondu, L′, qui forme une roue d'angle, commandée par un pignon en acier dont l'arbre est mis en mouvement par une machine, N_1, à double cylindre, de la force de 40 chevaux.

Chacun de ces affûts se compose essentiellement de deux flasques, A, en fer, d'une épaisseur de 152 milli-

Digitized by Google

mètres, qui sont reliés, à l'avant, par l'entretoise A′, renforcée par des plaques de fer; à l'arrière, par l'entretoise A″, et au millieu, par une entretoise creuse en acier fondu, K, qui sert en même temps de support de choc à la bouche à feu.

Les deux flasques portent à leur partie antérieure un arbre, C, autour duquel peuvent osciller deux bras coudés, CB_2D_1, extérieurs aux flasques, qui reçoivent les tourillons de la bouche à feu en D_1. Ces bras oscillants sont reliés par de solides bielles, B_1, à des pistons plongeurs, B_2, qui pénètrent dans deux cylindres hydrauliques, B, disposés à l'arrière des flasques et extérieurement à ces derniers. Ces pistons sont formés de cylindres creux sur le fond desquels les bielles sont articulées par un joint à rotule. Les deux cylindres de chaque affût sont réunis par un même tuyau, de façon à agir ensemble. Quand on refoule l'eau dans les cylindres, les pistons, B_2, sont poussés en avant et impriment aux bras un mouvement de rotation qui élève le canon à la position de tir. A la fin de leur course, les bras viennent s'appuyer contre des buttoirs, K_1, fixés sur l'entretoise A′; dans cette position, les tourillons se trouvent un peu en arrière du pivot C, et dès que l'eau peut s'échapper des cylindres, le canon, en vertu de son poids, redescend à la position de chargement, où il est arrêté par les supports de choc, K.

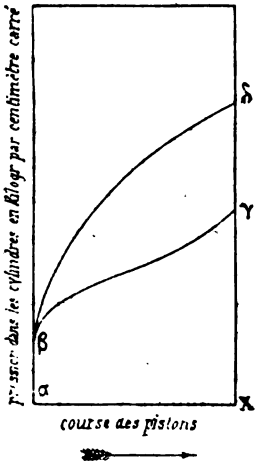
Le canon est, en outre, soutenu vers la culasse par une paire de tiges articulées, EE_1, qui servent en même temps au pointage en hauteur; leurs extrémités inférieures sont montées sur les tourillons e_1, de deux écrous qui se déplacent le long de deux vis *e*, que fait tourner une même manivelle E_2, et qui sont fixées sur la face extérieure des flasques. Ces deux vis, *e*, sont disposées de telle sorte que, lorsque le canon est à sa position de tir, le mouvement des écrous déplace assez rapidement la culasse par l'intermédiaire des tiges articulées; mais, lorsque le canon est à la position de chargement, les écrous peuvent se mouvoir le

Digitized by Google

long des vis sans déranger sensiblement la culasse. Il en résulte que l'on peut donner à la bouche à feu l'angle de tir voulu, même quand elle est à la position de chargement; en s'élevant à la position de tir, elle prend d'elle-même l'inclinaison convenable; inversement, quel que soit l'angle de tir, elle revient toujours à la même position de chargement.

Le travail total nécessaire pour élever le canon est d'environ 49 583 kilogrammètres, sa course verticale étant de 1m,22 et son poids de 10 642 kil. Pour soulever le canon au départ, il faut dans les cylindres une pression de 42 kil. par centimètre carré; mais comme les bras CB_2D_1 se rapprochent de plus en plus de la verticale de l'arbre C, à mesure que le canon monte, la pression nécessaire dans les cylindres va constamment en diminuant.

Si l'on porte sur un axe αX des abscisses représentant la course des pistons et si on élève les ordonnées correspondantes représentant la pression en kilogrammes par centimètre carré nécessaire pour supporter le canon, quand il descend, on obtient une courbe telle que $\beta\gamma$, dont l'aire représente le travail total à effectuer pour faire passer le canon de la position de tir à la position de chargement, ou *vice versâ*. $\alpha\beta$ représente la pression nécessaire pour maintenir le canon à la position de tir, et $X\gamma$ la pression nécessaire au départ, 42 kil. par centimètre carré.



Un accumulateur, chargé au moyen d'air comprimé, fournit une pression sensiblement constante et contient assez d'eau pour élever deux fois les canons. Il se compose de deux récipients : l'un, G, destiné à recevoir l'eau, communique par les conduits G_1 et H_1 avec une pompe, H, fournis-

Digitized by Google

sant un courant d'eau continu, avec un débit, variable à volonté, pouvant atteindre 450 litres par minute sous une pression de 56 kil. par centimètre carré ; il est muni d'un robinet, g_1, pour l'admission de l'air et d'un robinet de décharge, g_2, pour l'écoulement de l'eau. L'autre, X, est un réservoir d'air comprimé qui communique par le tube g avec la partie supérieure du récipient, G, au-dessus du piston, Y.

Pour charger l'accumulateur, on refoule l'air dans le récipient X, à l'aide de la pompe H, en ouvrant le robinet g et en fermant les robinets g_1 et g_2 ; puis on ferme le robinet g, et en ouvrant les robinets g_1 et g_2, on fait écouler l'eau, et on remplit d'air le récipient G ; cet air est de nouveau refoulé à l'aide de la pompe dans le récipient X, le robinet g étant ouvert et les robinets g_1 et g_2 fermés, et l'on continue ainsi jusqu'à ce que la pression nécessaire soit obtenue. Cet accumulateur a l'avantage de rendre pendant quelque temps les canons indépendants de la vapeur ; l'air comprimé, emmagasiné dans le récipient X, permet de tirer plusieurs coups sans faire usage de la pompe H ; l'eau dépensée est remplacée dans le récipient G au moyen d'une simple pompe à main pendant l'intervalle de deux coups consécutifs ; ainsi, les pertes de temps sont évitées ; et les avaries qui viendraient à se produire dans les chaudières ou dans les pompes ne mettraient pas les canons hors de service.

D'ailleurs, comme la pompe H n'a ni volant ni aucune pièce lourde en mouvement et que, par suite, elle ne donnera jamais une pression plus élevée que celle de la vapeur motrice, elle peut être employée directement à élever les canons, sans l'intermédiaire de l'accumulateur.

L'eau de la pompe ou de l'accumulateur, arrivant par le conduit H_1 ou par le conduit G_1, traverse le pivot central de la plate-forme, M, et la chambre massive en bronze, P, fixée à la plate-forme, passe par un tube central G_2 et se rend dans un petit canal transversal, terminé à ses deux

Digitized by Google

extrémités par deux soupapes équilibrées de Luthy, II, qui distribuent l'eau dans les cylindres B.

En abaissant le levier F_1, on ouvre la soupape et l'eau, pénétrant dans les deux cylindres correspondants, fait monter le canon ; chacun des deux leviers F_1 est relié par une tige articulée à l'un des pistons B_1, de sorte que la soupape est fermée automatiquement quand le canon arrive à la fin de sa course : on évite ainsi les chocs qui ne manqueraient pas de se produire sur les supports K_1, puisque la pression fournie par la pompe ou l'accumulateur est sensiblement constante, tandis que le travail nécessaire pour soulever le canon va sans cesse en diminuant.

La principale innovation de ces affûts hydrauliques consiste dans le moyen d'absorber le recul.

Une boîte à soupape, F, est placée au milieu du tuyau qui réunit chaque paire de cylindres ; elle est traversée par une longue tige, *f*, qui porte à l'une de ses extrémités une soupape conique, *c*, et dont l'autre extrémité est supportée par un guide dans lequel elle glisse librement de la course nécessaire pour ouvrir et fermer la soupape. Sur cette tige sont enfilés un certain nombre de ressorts Belleville, maintenus d'un côté par un disque fixé au moyen d'un écrou de réglage et de l'autre par une traverse, f_1, qui glisse librement sur la tige et dont les extrémités sont reliées, par deux chaînes, à deux cames calées sur l'arbre C des bras élévateurs du canon.

Au moyen de l'écrou de réglage, on donne aux ressorts une tension initiale telle que la soupape *c* soit maintenue fermée, juste assez pour supporter le canon à la position de tir : de cette manière, dès qu'un excédant de pression vient à se produire sur les pistons B_1, l'eau sort par la soupape *c*, et dans le tir, sous l'action soudaine de la force de recul, elle trouve une issue suffisamment large pour s'échapper en masse au premier instant.

Mais, à mesure que le canon descend, les cames, en

Digitized by Google

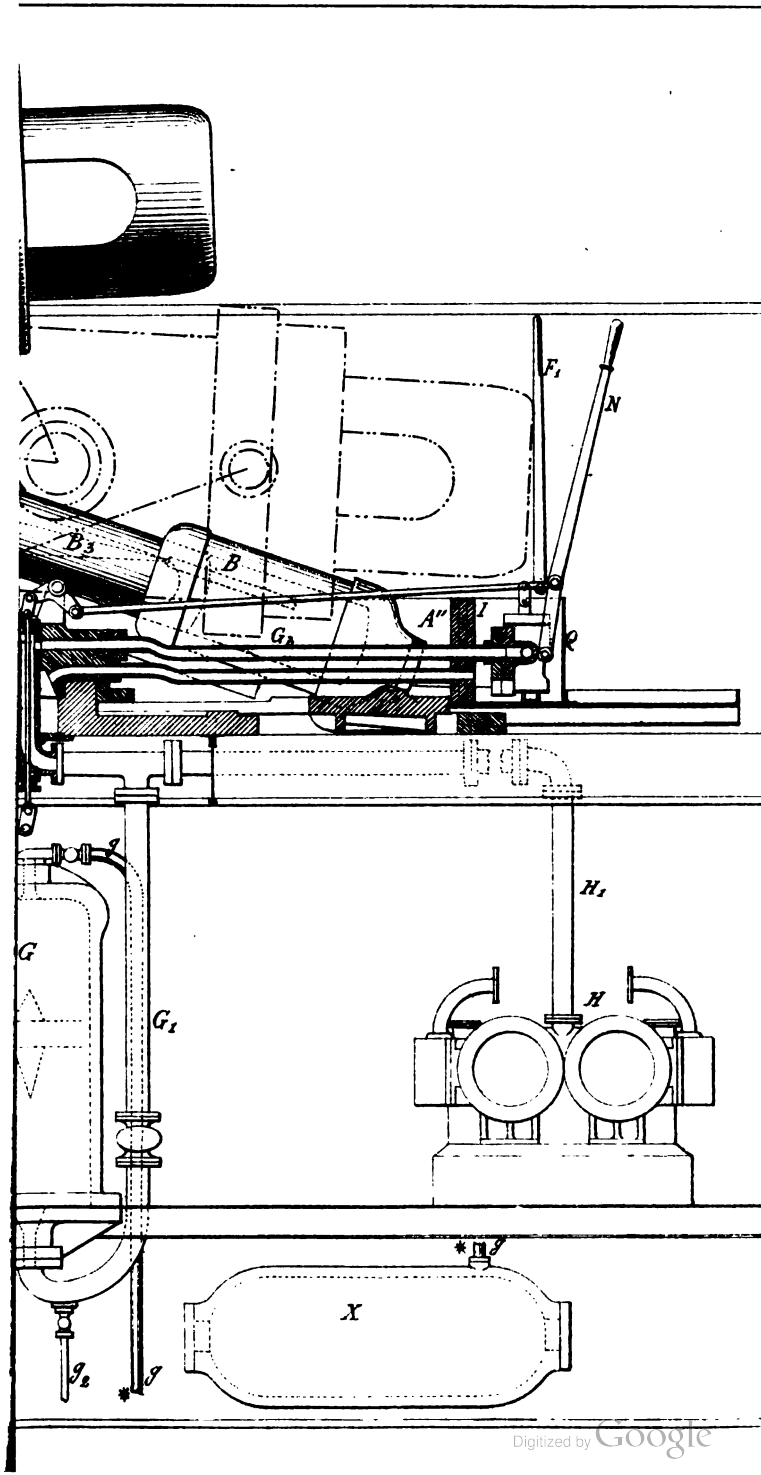
tournant avec l'arbre C, entraînent les chaînes qui sont reliées à la traverse f_1, tendent de plus en plus les ressorts et par suite ferment la soupape c avec une pression sans cesse croissante.

Le recul se trouve donc complétement absorbé par la résistance graduelle opposée par l'eau des cylindres, et la pièce vient reposer sans choc sur les supports K. D'ailleurs, lorsqu'on ramène le canon à la position de tir, la soupape c est fermée assez énergiquement pour ne pas laisser échapper l'eau qui arrive dans les cylindres avec toute la pression de l'accumulateur; puis, à mesure que le canon s'élève, les ressorts se détendent, le chargement de la soupape diminue de plus en plus, et les bras oscillants qui portent le canon arrivent doucement sur les buttoirs de l'avant; l'effort sur la soupape est en effet assez faible alors pour que l'eau commence à s'échapper si la tension venait à être trop forte dans les cylindres. Ainsi, à chaque position du canon correspond une charge particulière de la soupape; cette charge est minimum pour la position de tir, et maximum pour la position de chargement.

Les cames qui sont calées sur l'arbre C peuvent, du reste, recevoir telle forme que l'on veut, de manière à obtenir un enroulement variable des chaînes et par suite une variation quelconque dans l'augmentation de charge sur la soupape, et dans les résistances successives de l'eau des cylindres.

Le travail total produit par la descente de la bouche à feu après le départ du coup est d'environ 77 470 kilogrammètres : 49 583 kilogrammètres produits par le poids du canon, et 27 889 kilogrammètres produits par la force du recul : grâce à la valve de recul et aux cames, on peut donner à la courbe des résistances de l'eau des cylindres une forme telle que $\beta\delta$, la longueur $\alpha\beta$, sur le diagramme, représentant la résistance au premier choc du recul, égale à la pression nécessaire pour maintenir le canon à la position de tir, et la longueur $X\delta$ la résistance au dernier mo-

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

ment. Ces deux longueurs, qui dépendent de la charge de la valve de recul, se trouvent déterminées, la première par la condition que le canon soit supporté dans sa position de tir, la seconde par la condition que le recul soit entièrement absorbé.

L'eau, qui sort des cylindres pendant le recul ou lorsqu'on abat le canon sans tirer, à l'aide du levier F_1, s'écoule dans une longue bâche, Q, qui entoure les soupapes de manœuvre I, I, et les valves de recul F, F; pendant le chargement, l'eau sort de la bâche par un petit tuyau, traverse le pivot central et redescend dans la pompe, de sorte que la bâche est de nouveau vide pour le tir du coup suivant.

On a adopté pour la plate-forme un embrayage à friction; car, sans cela l'appareil de rotation, N_1, se trouverait exposé au moment du tir à des chocs très-nuisibles, les canons n'étant pas au centre de la plate-forme.

Le levier, N, qui sert à mouvoir la plate-forme, est mis en communication avec l'appareil de rotation au moyen d'une tringle qui traverse le pivot M; il est à côté du levier F_1, de sorte que, même pendant la charge, on peut pointer le canon en hauteur et en direction.

Résumé par A. Lucas,
Capitaine d'artillerie.

Digitized by Google

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Allemagne : Manœuvres de pontonniers à Mayence. — Un ordre de cabinet du 15 avril dernier prescrivait l'exécution, à Mayence, de grandes manœuvres de pontonniers à partir du 15 juillet; les compagnies de pionniers appelées à y prendre part se sont en effet rendues à Castel à la date fixée, et voici comment, dans son numéro du 16 juillet, la *Gazette de Cologne* rend compte des préparatifs généraux et des premiers exercices :

« Douze compagnies de pionniers sont en ce moment réunies à Castel en vue des grandes manœuvres de pontonniers prescrites par un ordre du cabinet du 15 avril, savoir :

Une compagnie du bataillon de pionniers rhénans n° 8;

Une compagnie du bataillon de pionniers badois n° 14;

Trois compagnies du bataillon de pionniers hessois n° 11;

Trois compagnies du bataillon de pionniers n° 15;

Deux compagnies du bataillon de pionniers wurtembergeois n° 13;

Deux compagnies du bataillon de pionniers saxons n° 12;

La haute direction de ces manœuvres est confiée à l'inspecteur de la troisième inspection de pionniers, auquel sont adjoints les commandants des bataillons de pionniers n°s 11, 13, 14, 15, et un officier supérieur du bataillon de pionniers saxon. Les compagnies se composent de 3 officiers et 90 hommes de troupe environ, de sorte qu'en y ajoutant les officiers commandés en dehors des corps de troupes, il y a, pour ces exercices, environ 60 officiers du génie et 1 100 hommes.

En raison de la largeur extraordinaire du fleuve, il fallait un matériel de ponts considérable; aussi, a-t-on dû réunir au matériel dont le bataillon de pionniers n° 11 dispose,

Digitized by Google

une grande partie de celui qui appartient aux bataillons de pionniers nos 8, 14 et 15; ce matériel a été transporté par le fleuve lui-même de Coblentz et de Strasbourg en ce qui concerne les deux premiers bataillons nos 8 et 14; celui du 15e bataillon a été amené de Metz par chemin de fer.

Les compagnies qui n'appartiennent pas à la garnison ont été, en partie, installées dans les casernes et les baraquements de Castel et de Mayence, en partie cantonnées dans les villages de Biebrich et de Hosbach; toutefois, en raison de l'éloignement considérable de certains emplacements choisis en amont de Mayence pour y jeter des ponts, il sera nécessaire de faire occuper par ces compagnies de pionniers, pendant quelque temps, les villages de Weissenau, Laubenheim, Hechtsheim, Bodenheim, et Nackenheim.

On a l'intention de jeter des ponts sur huit points différents. Le premier exercice a consisté à jeter deux ponts sur le bras du Rhin entre la rive droite et la Peters-Au, à moitié chemin entre Castel et Biebrich. Ces ponts ont été construits d'après les procédés réglementaires, en maintenant l'écartement des pontons à 4m,50 d'axe en axe; leur longueur totale est d'environ 260 mètres.

Cinq compagnies ont été employées à la construction de chacun de ces ponts; la vitesse du courant (1m,30 par seconde) et la violence du vent n'étaient pas faites pour faciliter la tâche des pontonniers. Sur chacun de ces ponts on avait ménagé une double portière pour ne pas entraver la navigation du fleuve; pendant le repos de l'exercice, on eut soin de tenir ces portières ouvertes. Les ponts furent jetés et repliés sans aucun désordre, les manœuvres furent exécutées avec une égale précision par les Prussiens, les Badois, les Wurtembergeois et les Saxons.

Ces exercices, commencés à six heures et demie du matin, durèrent jusqu'à une heure de l'après-midi; on continuera dans ces conditions pendant les premiers jours de la semaine prochaine. On fera ensuite trois exercices

Digitized by Google

de nuit, toujours entre la Peters-Au et la rive droite ; puis on franchira le Rhin en plusieurs endroits entre Laubenheim et Ginsheim, et, en dernier lieu, en aval de Mayence, près de Walluf, où la largeur du fleuve atteint 670 mètres.

Les manœuvres du 26 juillet présenteront un intérêt tout particulier ; on emploiera en effet le matériel de l'équipage de ponts de la place de Mayence, qui est de beaucoup plus pesant que le matériel de l'équipage de campagne des pionniers ; ce jour-là, les manœuvres auront lieu sur le bras principal du Rhin, immédiatement en aval de la ville ; les pontons seront remorqués par des chaloupes à vapeur. »

La compagnie du 14e bataillon des pionniers, mentionnée ci-dessus, n'a pu, pour son compte, prendre part à ces manœuvres jusqu'à la fin. La *Gazette de Cologne* du 27 juillet contient, en effet, une correspondance de Strasbourg annonçant, à la date du 24 juillet, que, le même jour, cette compagnie est rentrée à Strasbourg, ayant été forcée de quitter Mayence par suite d'une épidémie de fièvre typhoïde.

Allemagne : Exercices de siége exécutés par l'artillerie et manœuvre par alerte, à Strasbourg. — On écrivait de Strasbourg, le 12 juillet, à la *Gazette de l'Allemagne du Nord* :

« Les exercices de siége que l'artillerie doit exécuter cette année contre les forts « Prince de Bismarck » et « Prince royal de Saxe » ont commencé dans les premiers jours de ce mois, lorsque le 15e régiment d'artillerie à pied est revenu de Haguenau, où il était allé faire ses écoles à feu. Le régiment tout entier prend part à ces manœuvres ; les deux forts précités sont occupés par des officiers et par la troupe ; les états-majors, ainsi qu'une partie des officiers, cantonnent dans les villages environnants. On a rattaché à ces exercices une grande manœuvre sur le service de forteresse, qui a eu lieu le 6 juillet et à laquelle ont pris part toutes les troupes de la garnison,

Digitized by Google

à la seule exception du service de garde. Préalablement, on avait envoyé, peu après midi, à Breuschwickersheim une troupe destinée à représenter l'adversaire et à diriger une attaque contre les forts. Lorsque l'ennemi s'avança, un télégramme, parti d'un fort, donna l'alarme à la garnison qui, vers quatre heures, arriva sur la position pour repousser toute tentative. L'ennemi assaillit d'abord le fort « Prince royal de Saxe » pour préparer son attaque principale sur le fort « Bismarck », ce qui eut lieu à la tombée de la nuit. L'artillerie des forts celle des batteries intermédiaires, quelques batteries du 15e régiment d'artillerie de campagne prirent une part active à la défense, secondées avec un plein succès par les fusées lumineuses, qui furent lancées des forts pour éclairer le terrain du combat. L'assaillant n'ayant pas réussi à forcer la position, le combat cessa vers neuf heures, et les troupes regagnèrent leurs quartiers.

Le lendemain, le général von Kameke, chef de la 2e inspection d'artillerie à pied, arriva à Strasbourg, venant de Mayence, pour assister à la suite des exercices de siége de l'artillerie; on y a étudié une partie des diverses positions d'artillerie contre les forts. »

Allemagne : Expériences faites avec la dynamite, à Spandau. — Le *National Zeitung,* dans son numéro du 13 juillet 1878, rend compte de la manière suivante des expériences faites à Spandau par le bataillon de chemins de fer.

« Mercredi dernier, à Spandau, le bataillon de chemins de fer a fait d'intéressantes expériences avec la dynamite, sur la porte de Potsdam, qui est destinée à disparaître. Des cartouches d'une demi-livre suffirent pour démolir une maçonnerie de ciment de cinq pieds d'épaisseur, ou du moins pour la désagréger de telle sorte qu'il fut ensuite très-facile de la renverser. L'effet des explosions fut localisé aux points précis que l'on avait déterminés à l'avance,

Digitized by Google

et les précautions pour éviter la projection des débris de pierre avaient été si bien prises, que les officiers et le public purent assister de très-près à cette intéressante expérience. (Extraits de la *Revue militaire de l'étranger*.)

Angleterre : Expériences de tir faites à Shoeburyness. — Des expériences de tir avec diverses bouches à feu ont eu lieu, le 24 juillet dernier, à Shoeburyness, en présence du secrétaire d'État de la guerre, du directeur de l'artillerie et d'un très-grand nombre d'officiers et de membres des deux Chambres.

Le tir a commencé avec les bouches à feu de siége suivantes :

Un canon de 25 livres ($11^k,3$), tirant à la charge de 4 livres ($1^k,814$) ;

Un canon de 40 livres ($18^k,1$), tirant à la charge de 7 livres ($3^k,175$) ;

Un canon de 64 livres (29 kil.), tirant à la charge de 10 livres ($4^k,536$) ;

Un obusier rayé de 8^{po} (203^{mm}), tirant à la charge de 3 livres ($1^k,361$) ;

Un obusier rayé de $6^{po},3$ (160^{mm}), tirant à la charge de 2 livres ($0^k,907$).

Les canons étaient montés sur affûts surélevés d'un modèle nouveau, l'obusier de 8^{po} sur affût à châssis spécial, et l'obusier de $6^{po},3$ sur affût de siége ordinaire. Une mitrailleuse Gatling de $0^{po},42$ ($11^{mm},4$) de calibre était disposée sur le flanc de la batterie.

Chacun des trois canons tira successivement 5 shrapnels avec fusée à temps et 5 obus ordinaires avec une fusée percutante proposée par le Laboratoire royal. Les obusiers tirèrent, à 45°, chacun 5 obus ordinaires armés d'une fusée percutante plus sensible, dite *sensitive percussion fuse*.

Le but était formé par un épaulement distant de 980 yards (896 mètres), derrière lequel étaient placées deux pièces avec un certain nombre de cibles figurant des servants.

Digitized by Google

La mitrailleuse Gatling tira ensuite 480 balles (c'est-à-dire le chargement de deux tambours) contre des cibles figurant 48 hommes d'infanterie, disposés sur deux rangs, et occupant une longueur d'environ 33 mètres.

Les expériences furent continuées par le tir d'un canon de 9po (229mm) contre une plaque de 12 pouces (305 millimètres) livrée par l'usine Brown de Sheffield. Le projectile était un obus en acier forgé Whitworth, à tête ogivale et à ailettes, non chargé et pesant 268 livres (121k,5); la charge en poudre cubique de 1po,5 (38 millimètres), pesait 65 livres (29k,5). La distance de la pièce à la plaque était de 50 pieds (15m,2). Le projectile arriva sur la plaque avec une vitesse de 439 mètres et s'y enfonca, mais sans la percer. La plaque fut renversée; elle présentait, sur sa face postérieure, un fort refoulement. Le projectile était resté intact, sauf les ailettes qui étaient rasées.

Un deuxième coup fut tiré avec la même pièce contre une autre plaque, identique à la précédente, mais avec un obus en acier fondu Cammell. Le projectile arriva sur la plaque avec une vitesse de 440m,6 et s'y brisa, le culot et la tête restant cependant à peu près entiers.

Dans la deuxième partie de la séance, on tira des canons de 10po, 11po et 12po,5. Ces pièces, installées dans une batterie circulaire blindée, étaient manœuvrées à l'aide d'appareils mis en mouvement par une machine à vapeur.

On tira ensuite un canon Armstrong de 6po (152mm), se chargeant par la culasse, du poids de 3,900 kil., le projectile pesait 70 livres (31k,7) et la charge de tir 33 livres (15 kil.). Le mouvement de rotation était donné au projectile à l'aide d'un culot (*gas-check*) d'Elswick. On obtint ainsi l'énorme vitesse de 609 mètres.

Un canon de 7po Whitworth, se chargeant par la culasse, et pesant 9 1/2 tonnes fut tiré à la charge de 28 livres (12k,7); le projectile, à tête plate, pesait 150 livres (68 kil.). L'âme hexagonale présentait la disposition habituelle des pièces Whitworth.

Digitized by Google

Puis on fit un tir comparatif avec trois canons de campagne, le canon de 9 livres, celui de 16 livres, et le nouveau canon de 13 livres ($5^k,9$). Cette dernière pièce, dont l'adoption n'est pas encore définitive [1], a une longueur de $2^m,21$, un calibre de 3^{po} ($76^{mm},2$) et une chambre à poudre de $3^{po},2$ ($81^{mm},3$) de diamètre ; elle pèse 7 1/2 cwt (381 kil.), mais son poids doit être porté à 8 cwt (406 kil.); l'affût pèse un peu moins de 11 cwt (559 kil.). A la charge de 3 livres 2 onces ($1^k,417$), le projectile de 13 livres ($5^k,9$) a une vitesse initiale de 482 mètres. L'âme présente 10 rayures étroites; le mouvement de rotation est obtenu au moyen d'un culot (*gas-check*) d'Elswick.

Enfin les expériences se terminèrent par deux coups du canon de 80 tonnes, lançant un projectile de 1 550 livres (703 kil.) à la charge de 335 livres (152 kil.). La portée, sous l'angle de 10°, fut d'environ 6 500 yards (5 943 mètres). Ce canon n'est pas le premier type fabriqué; c'est un des quatre destinés à l'armement de l'*Inflexible*, il aura un calibre définitif de 16^{po} ($406^{mm},4$) et une chambre à poudre de 18 pouces ($457^{mm},2$) de diamètre, mais dans son état actuel, il n'a encore, dans toute la longueur de l'âme, qu'un calibre de $15^{po},5$ ($393^{mm},7$).

(*Standard*, 25 juillet 1878.)

Angleterre : Canons Armstrong. — On vient d'essayer à Shoeburyness un canon de 6 pouces (152^{mm}) se chargeant par la culasse, présenté par sir W. Armstrong. Le mécanisme de fermeture est copié sur le système français à vis à filets interrompus, l'obturation assurée par une calotte d'acier. Les résultats obtenus ayant été très-satisfaisants, bien que le chargement par la bouche ait encore la préférence en Angleterre, le War-Office vient de décider que les anciens canons en fonte de 32 livres à âme lisse seraient transformés, d'après ce modèle, en canons se char-

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. IX, p. 163, et XI, p. 483.

Digitized by Google

geant par la culasse, pour être employés dans la défense des flancs, principalement pour le tir à mitraille.

Sir W. Armstrong a aussi proposé un nouveau canon de montagne divisible qui a été expérimenté à Woolwich Au lieu de se démonter en deux parties, comme celui proposé par le colonel Le Mesurier (1), il peut se partager en trois morceaux, qui se vissent ou se dévissent à volonté. Chaque partie est facilement transportable à dos de mulet; réunies, elles forment un canon d'une puissance bien supérieure à celle des petits canons de montagne. D'après les journaux anglais, ce canon aurait très-bien subi les premières épreuves, et jusqu'ici on n'aurait constaté aucune fuite de gaz par les joints.

Angleterre : Les manufactures de canons de l'industrie privée. — L'industrie anglaise possède en dehors de l'arsenal de Woolwich (2) qui appartient à l'État, trois grandes usines, appartenant à des particuliers, qui se livrent à la fabrication des canons et du matériel de l'artillerie.

La première en importance est celle de sir W. Armstrong à Elswick, dont la *Revue d'artillerie* a déjà donné une description complète (3). Son matériel a été développé de façon à permettre d'effectuer aujourd'hui la fabrication des canons de 100 tonnes à raison de 1 par mois, en prenant un intervalle raisonnable à partir de la réception des ordres.

La production des canons de plus petit calibre, tels que ceux de 15 et de 18 tonnes, pourrait fonctionner à raison de 50 tonnes environ par semaine, et celle des pièces de campagne à raison de 10 batteries par mois.

L'établissement Whitworth, à Manchester, qui vient après, emploie 800 ouvriers. Jusqu'ici il n'a pas fourni de canons d'aussi gros calibre que ceux d'Elswick, mais il

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XI, p. 485.
(2) *Revue d'artillerie*, t. I, p. 238.
(3) *Revue d'artillerie*, t. X, p. 68.

Digitized by Google

n'est pas douteux que, dans un moment de presse, sir J. Whitworth se mettrait en mesure de venir puissamment en aide à l'arsenal de Woolwich pour la fabrication des pièces de gros calibre.

La *London ordnance Company*, dont l'établissement est moins considérable que les deux précédents, a été fondée à Londres en 1860 par le capitaine Blakeley et reprise à sa mort par MM. J. Vavasseur et Cie. Le nombre des ouvriers qu'elle occupe est de 300.

Jusqu'ici c'est le gouvernement chinois qui a fait à cette usine les commandes les plus considérables. Elle pourrait aussi être mise à contribution en cas de guerre, principalement pour la fabrication des canons de calibre moyen et surtout des pièces de campagne.

(*Standard.*)

Autriche : Manufacture d'armes de Steyer. — En 1869, l'usine de la famille Werndl, à Steyer, a été achetée par une société d'actionnaires et organisée sur un très-grand pied sous la dénomination de *Société des actionnaires des manufactures d'armes austro-hongroises.*

Dès les premières années, grâce à l'outillage qu'on avait fait venir d'Amérique et d'Angleterre, cette usine, dont M. Werndl était resté directeur, pouvait fournir par semaine 3 000 armes complétement terminées. Ce chiffre s'accrut rapidement d'année en année jusqu'à 5 000, et en 1875, lors de la commande prussienne on était en mesure, avec 5 000 ouvriers, de livrer par semaine 8 270 fusils et leurs accessoires. Aujourd'hui, la manufacture fait environ 350 000 fusils et baïonnettes et accessoires par an et pourrait, en cas de besoin, en fabriquer 500 000.

Cette manufacture, qui emploie habituellement de 3 060 à 3070 ouvriers, se compose de deux établissements : l'un à Steyer même, comprenant 12 grands ateliers, 1 taillerie de fraises, 28 maisons d'habitation, 6 magasins, 3 champs de tir pour les distances de 100, 300 et 500 pas, et une

Digitized by Google

école de natation; l'autre à Letten, à 5 kilomètres et demi de Steyer, comprenant 5 grands ateliers, 3 ateliers de finissage, 11 maisons d'habitation, 2 magasins, 1 charbonnerie, 1 scierie, 1 four à chaux, et 1 halle d'épreuve pour les canons de fusil. — 2500 machines-outils de toute espèce sont mises en mouvement par 33 roues hydrauliques, donnant une force de 720 chevaux, et par 3 machines fixes et 6 locomobiles donnant une force de 232 chevaux.

L'usine se suffit complétement à elle-même; il y a un gazomètre, un corps de 300 pompiers; depuis quelques années déjà, toutes les machines-outils sont fabriquées dans l'usine même. La division du travail y est tellement bien organisée que le fusil et la carabine Werndl y passent par 1437 mains, le fusil Mauser par 1520, le fusil Gras par 1490 et le fusil à répétition Kropatscheck par 1950, sans compter la fabrication de la baïonnette, du fourreau et des accessoires. Pour installer la fabrication courante d'une arme, quand on a déjà les machines-outils, il faut environ 14 jours, de 6 à 8 semaines pour une arme d'un modèle nouveau, qui demande des machines spéciales.

Jusqu'au 31 décembre 1877, la manufacture d'armes de Steyer a fourni à l'Autriche : 927 968 fusils et carabines modèles 1867 et 1873, 4 158 fusils à répétition système Fruhwirt, 20 371 fusils des troupes techniques, 4 435 garnitures de lance, et 22 500 fourreaux de sabre; à la Prusse et à la Saxe : 474 622 fusils Mauser complets, 60 000 carabines Mauser sans baïonnette, 54 900 fusils Chassepot transformés, plus 310 884 garnitures de fusils Mauser, 52 000 canons de fusils Mauser, 150 000 culasses mobiles et 55,963 boîtes de culasse Mauser; à la Bavière : 20 000 fusils Werder, et 5 000 canons de fusils Werder; à la Grèce, 57 000 fusils Gras, 6 000 carabines Gras; enfin, à la France, 129 000 culasses mobiles et 129 000 baïonnettes.

En ce moment, on s'occupe de fabriquer des fusils à répétition Kropatscheck; une commande de 350 fusils,

Digitized by Google

faite par le gouvernement autrichien à la fin de l'année 1877, est déjà terminée et les armes sont entre les mains des troupes qui doivent les essayer.

(*Neue Militärische Blätter.*)

Italie : Artillerie de campagne.—L'armement des batteries de campagne (4 par régiment) en canons de 9c Krupp, se chargeant par la culasse, est complétement terminé [1]. — En cas de mobilisation, l'armée italienne pourrait ainsi mettre en première ligne, 320 canons lourds de 9c et 480 canons légers de 7c. (*Vedette.*)

Russie : Consommation de munitions pendant la dernière campagne (1877-1878) en Europe.

ARTILLERIE DE CAMPAGNE.

Canons de campagne de 9 livres.

Obus ordinaires .	77 727	coups,	122,21	par pièce,	75,0	p. 100.
Shrapnels. . . .	24 301	—	38,25	—	24,6	—
Boîtes à mitraille.	417	—	0,4	—	0,4	—
Total. . .	102 445	—	161,0	—	100	—

Canons de campagne de 4 livres.

Obus ordinaires .	36 798	coups,	58,46	par pièce,	66,3	p. 100.
Shrapnels. . . .	18 104	—	28,72	—	32,2	—
Boîtes à mitraille.	614	—	0,97	—	1,1	—
Total. . .	55 516	—	88,15	—	100	—

Canons de montagne de 3 livres.

Obus ordinaires .	354	coups,	25,29	par pièce,	32,3	p. 100.
Shrapnels. . . .	684	—	48,81	—	62,3	—
Boîtes à mitraille.	60	—	4,29	—	5,4	—
Total. . .	1 098	—	78,39	—	100	—

ARTILLERIE DE SIÈGE.

Canons de 9 livres.

Obus ordinaires .	900	coups,	56,25	par pièce,	89,6	p. 100.
Boîtes à mitraille.	104	—	6,5	—	10,4	—
Total. . .	1 004	—	62,25	—	100	—

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. XI, janvier 1878, p. 380.

Digitized by Google

Canons de 24 livres.

Obus.	19 600	coups,	272,80	par pièce,	84,2	p. 100.
Boîtes à mitraille.	8 670	—	60,16	—	15,8	—
Total. . .	32 270	—	332,42	—	100	—

Canons courts de 24 livres.

Obus ordinaires et obus en acier . 3 433 coups, 180,67 par pièce.

Canons de 8 pouces.

Obus ordinaires et obus en acier . 62 coups, 7,74 par pièce.

Mortiers de 15c .

Bombes sphériques et obus cylindro-ogivaux. . . . 15 989 coups, 571,03 par pièce.

Mortiers de 20c

Bombes sphériques et obus cylindro-ogivaux. . . . 2 106 coups, 210,6 par pièce.

Total général des munitions pour l'artillerie : 204 923 coups.

MUNITIONS POUR ARMES PORTATIVES.

Il a été consommé 10 087 344 cartouches, réparties ainsi qu'il suit :

Pour fusils Berdan	3 025 364,	30,0	p. 100
Pour mitrailleuses faisant partie de l'artillerie de siége. .	29 580,	0,3	—
Pour fusils de cavalerie . . .	1 251 764,	12,4	—
Pour fusils Krink.	5 692 120,	56,4	—
Pour revolvers.	88 516,	0,9	—
Total.	10 087 344,	100	

Pour les troupes à pied, le pour cent a été de 87,5 environ sur le total de toutes les munitions consommées. Il a été par arme de 45,75 pour chaque fusil Berdan, 22,60 par fusil de cavalerie, 26,22 par fusil Krink et 5,42 p. 100 par revolver.

Digitized by Google

La Russie a engagé contre la Turquie, en Europe seulement, environ :

637 canons de campagne de 9 livres (10c,67).
629 canons de campagne de 4 livres (8c,64).
16 canons de montagne.
16 canons de siége de 9 livres (10c,67).
70 canons de 24 livres (15).
19 canons courts de 24 livres (15c).
8 canons de 8 pouces (20c).
28 mortiers de 15c.
10 mortiers de 20c.

(*Invalide russe.*)

Suisse : Consommation des munitions d'artillerie en 1877. — L'artillerie suisse a consommé dans les divers exercices de 1877 :

	8c,4.	Canon de montagne.	10c.	12c.	Mortier de 16c.
Obus chargés en guerre	4 523	205	2 250	1 221	—
Obus lestés	3 907	140	1 567	641	—
Shrapnels	4 160	—	1 590	359	—
Boîtes à mitraille	412	13	260	20	—
Bombes chargées en guerre	—	—	—	—	122
Bombes lestées	—	—	—	—	63

(*Zeitschrift für die Schweizerische Artillerie.*)

Le Gérant : Ch. Norberg.

Digitized by Google

HISTORIQUE DES ÉTUDES

FAITES A CALAIS

SUR LES CANONS RAYÉS DE CAMPAGNE

INTRODUCTION.

[*Suite*] (1).

POUDRES.

Poudres comprimées. — L'idée des poudres comprimées est venue de l'Amérique du Nord et date du commencement de la guerre de la sécession. La nécessité dans laquelle s'était trouvé le gouvernement de Washington de faire fabriquer, dans un très-bref délai, les munitions de toute nature qui manquaient dans les arsenaux, avait conduit à supprimer le grenage et le lissage. Au sortir des pilons ou des meules, les matières étaient comprimées dans des tubes sous une pression considérable, de manière à former des solides de dimension appropriée au calibre des diverses bouches à feu ou armes à feu portatives. D'Amérique, cette idée se répandit successivement dans les divers pays de l'Europe.

Dès 1860, un Anglais, le sieur Brown, prenait en France un brevet pour la confection des charges comprimées. Son procédé se réduisait à deux opérations : la première consistait à recouvrir le plus uniformément possible les grains de poudre ordinaire d'un mucilage gommeux en les jetant sur une table enduite préalablement de cette substance; la deuxième, à placer cette poudre gommée dans un cylindre creux où elle était fortement comprimée.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XII, juillet 1878, p. 289, et août, p. 393.

Digitized by Google

Les charges ainsi obtenues, entourées d'une feuille d'étain pour les préserver de l'humidité, avaient été employées en Angleterre pour le tir du canon Whitworth se chargeant par la culasse, et avaient donné d'assez bons résultats; on voulut les expérimenter en France.

La poudrerie du Bouchet fut chargée de fabriquer, d'après les indications de l'inventeur, un certain nombre de charges comprimées.

Ces charges donnèrent des résultats assez remarquables, tant au point de vue de leur conservation dans les transports ou en magasin que sous le rapport du tir, pour que le Comité de l'artillerie proposât au Ministre de poursuivre les expériences.

C'est alors que se présenta un Américain, le docteur Dorémus, inventeur d'un autre procédé de confection des charges comprimées, dont l'application avait été faite en grand en Amérique. Les grains de poudre étaient agglomérés entre eux par simple pression, sans interposition de mucilage gommeux. Au point de vue pratique, le procédé Dorémus avait donc un avantage marqué sur celui de M. Brown. On lui donna la préférence, et, en 1862, le gouvernement français en faisait l'acquisition moyennant une indemnité de 100 000 francs.

Les premiers essais faits en juillet et août 1862, pour l'application de ce nouveau procédé à la fabrication des charges pour bouches à feu et armes portatives, donnèrent de bons résultats; la confection des charges de poudre comprimée parut simple et facile. Un officier d'artillerie fut envoyé en mission aux États-Unis pour y apprendre la fabrication en grand; et une Commission spéciale, dite des charges comprimées, fut, sur l'ordre du Ministre, nommée par le président du Comité en novembre 1862. Cette Commission devait étudier la fabrication des charges comprimées et faire de nouvelles expériences, non-seulement pour bien apprécier la puissance balistique de ces charges, mais encore pour constater leurs effets sur les

Digitized by Google

parois de l'âme des bouches à feu et juger de leur propre conservation.

A la suite des premiers essais sur la fabrication, la Commission reconnut qu'il était utile, sinon indispensable, au point de vue de la conservation, que les charges comprimées fussent recouvertes d'un enduit préservateur. Après avoir essayé successivement le vernis à la gomme laque, le collodion et la gutta-percha en dissolution dans le sulfure de carbone, elle donna la préférence au collodion.

Les nouvelles charges, fabriquées d'après les indications de la Commission, furent soumises en 1863 à des épreuves de transport et de tir. Puis, après quelques modifications de détail concernant les étuis qui enveloppaient les charges et leur aménagement dans les coffres, elles furent employées, en 1864, dans toutes les écoles d'artillerie pour les exercices ordinaires de tir avec les canons de campagne, comparativement avec les charges ordinaires; la Commission permanente du camp de Châlons fut chargée de les expérimenter avec les canons de 12 de siége.

Afin d'obtenir avec les charges en poudre comprimée la même vitesse initiale qu'avec les charges réglementaires, on dut, pour les charges destinées aux pièces de campagne, augmenter un peu le poids de la poudre, qui fut porté à :

0^k,350	au lieu de	0^k,300	pour le 4 rayé de montagne,
0 ,590	—	0 ,550	pour le 4 rayé de campagne,
1 ,050	—	1 ,000	pour le 12 rayé de campagne.

Tous les rapports furent favorables à l'emploi des charges comprimées : quelques écoles proposèrent même de les mettre immédiatement en usage pour le service habituel de l'artillerie rayée de campagne et de montagne.

On renouvela les mêmes épreuves en 1865 et on soumit en outre ces charges comprimées à des expériences spéciales de transport et de conservation dans des caissons exposés en plein air, ainsi qu'à des épreuves d'embarquement et de transport en mer.

Digitized by Google

Les nouveaux résultats furent, comme l'année précédente, favorables à l'emploi des charges comprimées. Toutefois, avant de proposer leur adoption définitive, le Comité pensa qu'il y avait lieu d'attendre les résultats des épreuves de conservation en magasin en cours d'exécution, et de renouveler encore en 1866 les épreuves de tir et de transport dans les écoles d'artillerie.

En 1867, un rapport d'ensemble fut présenté au Comité. Ce rapport résumait toutes les épreuves que l'on avait fait subir aux charges comprimées. Dans les transports et en magasin elles s'étaient bien comportées, sans cependant présenter un avantage très-marqué sur les charges de poudre ordinaire en sachets. Au point de vue balistique, elles n'avaient sur elles qu'une légère supériorité. Elles avaient l'inconvénient de ne pas se prêter aisément au tir à charge variable.

On avait du reste cherché surtout dans l'emploi de ces charges comprimées des avantages de second ordre, comme par exemple : faciliter le maniement, éviter le tamisage de la poudre dans les sachets, augmenter la sécurité, surtour dans le tir à blanc, l'enveloppe de la charge ne devant plus laisser aucun résidu après la combustion. Ce dernier avantage fut, du reste, loin d'être obtenu.

Dans ces conditions, il n'y avait donc pas grand intérêt à faire de nouvelles expériences. Et comme, à cette époque, toute l'attention et l'activité de la poudrerie du Bouchet, qui avait été chargée d'étudier la fabrication des charges comprimées, étaient portées sur la fabrication de la nouvelle poudre à fusil B et la confection des cartouches modèle 1866, le Ministre fit ajourner toute nouvelle étude.

De son côté, le commandant de Reffye avait aussi étudié la question des poudres comprimées, d'abord, pour la fabrication des cartouches de canons à balles, puis, plus tard, pour celle des gargousses de canons se chargeant par la culasse.

Dans les recherches qu'il avait entreprises à l'atelier d'études de Meudon, le commandant de Reffye se propo-

Digitized by Google

sait d'augmenter la puissance des bouches à feu en bronze de l'artillerie de terre sans dépasser la limite de leur résistance.

« La poudre prismatique russe devait servir d'abord « pour cet objet ; mais les grains de cette poudre étaient « trop gros pour la confection des gargousses de petit dia- « mètre ; on eut alors recours de nouveau à la poudre « comprimée, qui avait déjà été expérimentée, puis aban- « donnée, et les études poursuivies dans cette voie ont « conduit à l'adoption des rondelles actuellement em- « ployées dans les gargousses de 7 et de 5.

« Cette fois, le résultat cherché avait été obtenu assez « promptement, parce que, contrairement à ce qui s'était « passé auparavant dans les recherches du même genre, on « avait observé l'action des différentes charges de poudre « aux divers instants de leur déflagration, en mesurant les « vitesses du projectile dans des canons de longueur va- « riable. Le procédé suivi à Meudon, bien que très-impar- « fait, pourrait encore, à défaut d'instruments spéciaux, « servir efficacement pour l'étude de nouvelles poudres. « On doit regretter qu'une méthode analogue n'ait pas été « employée plus tôt, et notamment lorsque les charges « comprimées furent essayées pour la première fois en « 1862 (1) ».

Poudres à gros grains. — En 1863, dans un mémoire adressé au Ministre de la guerre, sur les projectiles oblongs et les canons rayés propres au percement des cuirasses des navires de guerre, le général Didion proposait d'employer la poudre sous forme de gros grains d'un diamètre trois fois plus gros que celui des grains de la poudre à canon ordinaire. On devait réussir ainsi, disait-il, à modérer la rapidité du développement des gaz enflammés, et, par suite, à diminuer la tension de ces gaz et leur pression contre les parois de la bouche à feu dans les premiers instants du déplacement du projectile, ce qui

(1) Résumé historique des principales expériences faites en France sur les poudres à canon dans ces dernières années. (*Revue d'artillerie*, t. VI, p. 198.)

Digitized by Google

permettrait de donner aux parois des épaisseurs notablement moindres et de réduire le poids de la bouche à feu, tout en laissant à celle-ci toute la solidité nécessaire. L'emploi des gros grains, ajoutait le général, qui atténue la rapidité du développement des gaz dans les premiers instants, ne diminue pas néanmoins la vitesse initiale du projectile dans les bouches à feu suffisamment longues; elle l'augmente, au contraire, tant qu'on reste dans les limites proportionnées à cette longueur.

Déjà des expériences avaient été faites à la poudrerie d'Esquerdes, dans les années 1833 et 1834, par M. Maguin, commissaire des poudres, à l'effet de déterminer la grosseur et la densité des grains de poudre qui donneraient les plus grandes vitesses initiales. Mais on n'avait point alors émis l'idée que la poudre à gros grains pourrait être moins offensive pour les bouches à feu. D'ailleurs, les principes de la combustion des grains de poudre par couches concentriques successives, sur lesquels se fondait la proposition du général Didion, n'ont été professés et publiés que postérieurement à cette époque.

Les poudres comprimées, que l'on essayait alors, semblant devoir conduire au même résultat que la poudre à gros grains, le Ministre décida qu'il n'y avait pas lieu d'entreprendre d'expériences sur les poudres de ce genre.

Dans une nouvelle lettre adressée au Ministre, le général Didion fit remarquer que, sans doute, les poudres comprimées pouvaient parfois produire les mêmes effets que des poudres à gros grains, mais elles ne pouvaient le faire que d'une manière très-irrégulière, suivant que les charges se séparaient en fragments gros ou minces; s'ils restaient tous gros, il devait y avoir une diminution dans les vitesses initiales; tandis que s'ils étaient tous ténus, ils se comportaient à peu près comme la poudre ordinaire, et ne pouvaient faire disparaître son effet brisant.

En 1865, il fut décidé que l'on entreprendrait des expériences comparatives sur les poudres ordinaires, les pou-

Digitized by Google

dres à gros grains et les poudres comprimées. On devait se servir de canons de 12 et de 24 de siége et de place, afin d'apprécier l'influence de la longueur d'âme. Ces essais ne purent avoir lieu, parce qu'on ne disposait point encore de pièces de 24 de siége.

En 1866, le général Didion adressait à l'Empereur un nouveau mémoire. Les idées émises par le général venaient d'être vérifiées aux États-Unis par des expériences directes exécutées par le major Rodman avec son appareil, et elles avaient conduit l'artillerie de ce pays, ainsi que celles de la Russie et de l'Angleterre, à l'adoption des poudres à gros grains pour les pièces de fort calibre.

On décida de nouveau, en 1867, qu'un échantillon de poudre à gros grains, ne différant de la poudre à canon ordinaire que par la grosseur des grains, qui devait être portée à 6 millimètres, serait expérimenté au camp de Châlons, comme cela avait déjà été convenu en 1865, comparativement avec la poudre ordinaire seule, les expériences sur la poudre comprimée ayant été ajournées.

Ces épreuves ne furent exécutées qu'au commencement de l'année 1869. Dans les conditions d'expériences auxquelles elles furent soumises dans les canons de 12 et de 24 de siége et de place, la poudre à canon ordinaire et la poudre à gros grains de 6 millimètres donnèrent sensiblement les mêmes vitesses initiales et imprimèrent au projectile un mouvement également régulier; mais elles ne fournirent aucune indication utile sur la valeur relative de ces poudres au point de vue de la conservation des bouches à feu. A la même époque, les poudres à gros grains furent aussi employées par la commission du camp de Châlons pour le tir de deux des six canons de 8 se chargeant par la culasse qu'elle expérimentait alors. On n'obtint également aucun résultat digne d'être signalé.

De son côté, la marine avait entrepris, depuis 1864 [1],

[1] Résumé historique des principales expériences faites en France sur les poudres à canons dans ces dernières années. (*Revue d'artillerie*, t. VI, p. 190.)

Digitized by Google

des expériences comparatives sur l'emploi de poudres à grains de grosseurs différentes, de fabrication française et étrangère, dans le but de se rendre compte de leur valeur relative, tant au point de vue de la vitesse initiale du projectile que de la conservation des bouches à feu.

Comme ces expériences, auxquelles l'artillerie prenait part indirectement, puisque la poudrerie du Bouchet avait été chargée des études sur la fabrication, pouvaient fournir de précieux renseignements, il fut décidé qu'il y avait lieu d'en attendre la fin avant de commencer de nouveaux essais.

Poudre Melsens. — En 1867, on fit aussi quelques essais à la poudrerie du Bouchet, ainsi qu'au camp de Châlons, sur des échantillons de poudre de fabrication particulière présentés par M. Melsens, membre de l'Académie royale de Bruxelles.

L'inventeur s'était proposé de fabriquer des poudres destinées uniquement à être employées avec des bouches à feu à âme longue et de gros calibre, et qui, à égalité d'effets balistiques, fussent moins offensives que la poudre ordinaire, sans qu'il fût nécessaire pour cela de recourir à l'emploi de grains de grosseur considérable.

Pour atteindre ce but, au lieu de former les grains de poudre d'une pâte homogène et uniformément dense, M. Melsens leur donnait une densité et une composition variables de la surface au centre, de sorte que la combustion, d'abord lente à la surface du grain, devait augmenter de rapidité à mesure que le grain se comburait; la formation des gaz étant ainsi moins instantanée, la poudre devait être moins offensive.

Cette poudre, essayée au camp de Châlons en 1868, ne donna que des résultats médiocres. La marine, de son côté, l'avait expérimentée et y avait renoncé ; sa fabrication était, du reste, beaucoup trop compliquée.

Chargement des projectiles creux. — Dans le but d'augmenter les effets d'éclatement des projectiles creux, des expériences furent exécutées dans diverses écoles d'artil-

Digitized by Google

lerie, en 1865 et 1866. Elles avaient pour objet de comparer les résultats obtenus avec des projectiles de 12 et de 24 chargés en poudre ordinaire, et avec des projectiles du même calibre chargés, partie en sphères de poudre comprimée, partie en poudre ordinaire.

Par ce dernier procédé, on arrivait à augmenter le poids du chargement intérieur de 15 à 18 p. 100 pour le 12, et de 21 p. 100 pour le 24. Le chargement intérieur de l'obus de 12 pouvait ainsi être porté de 600 à 700 grammes environ, et celui de l'obus de 24 de 1 100 à 1 300.

Les sphères de poudre comprimée avaient 20 millimètres de diamètre, un poids de $6^{g},2$ et une densité de 1, 47. Dans un obus de 12 on en plaçait en moyenne 70, ce qui donnait 450 grammes de poudre comprimée et 250 de poudre ordinaire. Un obus de 24 en contenait 140, soit 850 grammes de poudre comprimée et 450 de poudre ordinaire.

Les essais de 1865 portèrent sur l'éclatement des projectiles dans les puits; ceux de 1866 sur l'effet des projectiles tirés contre des batteries en terre.

Dans la première série, on reconnut que les projectiles chargés en poudre comprimée donnaient généralement un plus grand nombre d'éclats. De même, dans le tir contre des épaulements, l'année suivante, les effets d'explosion furent sensiblement plus puissants que ceux des obus ordinaires.

Mais comme, d'autre part, l'usage des sphères de poudre comprimée aurait pu introduire dans les approvisionnements une complication fâcheuse, ce mode de chargement ne fut pas adopté. Cependant, le Comité décida qu'il pourrait être employé, *lorsque les circonstances le permettraient*, pour les projectiles destinés spécialement à produire des effets d'explosion dans les terres.

Une note ministérielle du 21 mars 1867 régla la manière d'effectuer ce chargement.

Il n'existe aucun document qui permette de constater

Digitized by Google

que ce procédé ait jamais été employé depuis, soit à la guerre, soit dans les tirs d'école.

Beaucoup d'autres propositions furent encore faites dans le but d'augmenter la puissance d'explosion des projectiles creux; elles avaient toutes pour point de départ l'emploi des poudres brisantes : poudre à base de chlorate de potasse, de sulfure d'antimoine (poudre Pertuiset), poudre à base de nitroglycérine, etc. Ces diverses propositions furent alors écartées, soit à cause des dangers que présentaient les substances employées et des accidents qu'elles occasionnaient, soit en raison de l'instabilité de leur composition chimique et des altérations qui pouvaient en modifier la puissance et en rendre la manipulation dangereuse. Des études sur des substances analogues, picrate de potasse, dynamite, ont cependant été reprises après la guerre.

FUSÉES POUR PROJECTILES CREUX.

Il a été rendu compte, dans le tome VIII du *Mémorial de l'artillerie* (1), des premiers essais sur les fusées fusantes ou percutantes. Ils conduisirent alors à l'adoption : pour les obus oblongs ordinaires, d'une *fusée fusante à deux durées* et de la *fusée percutante Demarest;* pour les obus oblongs à balles, d'une *fusée fusante à quatre durées.*

On n'en continua pas moins l'étude des fusées, et un grand nombre de modèles furent expérimentés soit dans les écoles d'artillerie, soit à l'École de pyrotechnie. Pour les fusées fusantes, on chercha surtout à augmenter le nombre des durées, et par conséquent le nombre des distances d'éclatement.

Quant aux fusées percutantes qui furent essayées, elles étaient de deux sortes : dans les unes, on cherchait à obtenir l'inflammation de la charge au moment du choc sans

(1) *Mémorial de l'artillerie*, t. VIII, p. 339.

Digitized by Google

avoir recours à l'emploi d'une poudre fulminante, dont la présence constitue toujours un danger, quelque garantie de sécurité que présente le mécanisme; dans les autres, au contraire, prenant comme point de départ l'emploi d'un fulminate, on cherchait à en assurer l'inflammation non pas par le refoulement d'un tampon comme dans la fusée Demarest, ce qui exigeait, pour que la fusée pût fonctionner, que le projectile vînt frapper l'obstacle par la pointe, mais par le déplacement d'une masselotte qui, au moment du choc du projectile, continuait son mouvement en avant en vertu de son inertie.

La fusée idéale que l'on recherchait alors pour les projectiles des canons de campagne, c'était une *fusée mixte,* c'est-à-dire pouvant être à volonté percutante ou fusante.

Le seul résultat de tous ces travaux fut l'adoption, en 1869, d'une fusée mixte à deux durées pour les obus oblongs ordinaires de 8, 4 et 12, qui dut être employée concurremment avec les autres fusées réglementaires, et, au commencement de 1870, d'une fusée fusante à six durées qui remplaça, pour les obus à balles de 24, la fusée fusante à quatre durées, modèle 1867.

Fusée mixte à deux durées, modèle 1869. — Les travaux entrepris à l'École de pyrotechnie pour la recherche d'une fusée mixte remontent à l'année 1859 (1); ils furent dirigés par le commandant Maucourant, qui était alors attaché comme capitaine à cette école. Des fusées proposées par lui furent expérimentées en grand, en 1867 et 1868, au camp de Châlons, et, en 1869, dans toutes les écoles.

Les résultats obtenus ayant été jugés satisfaisants, par décision en date du 31 décembre 1869, le Ministre de la guerre prononça l'adoption de cette fusée. Elle était destinée aux obus oblongs ordinaires de 4, de 8 et de 12, des batteries de campagne, et fut dénommée: *Fusée mixte à deux durées*, *modèle* 1869.

---

(1) *Mémorial de l'artillerie,* t. VIII, p. 366.

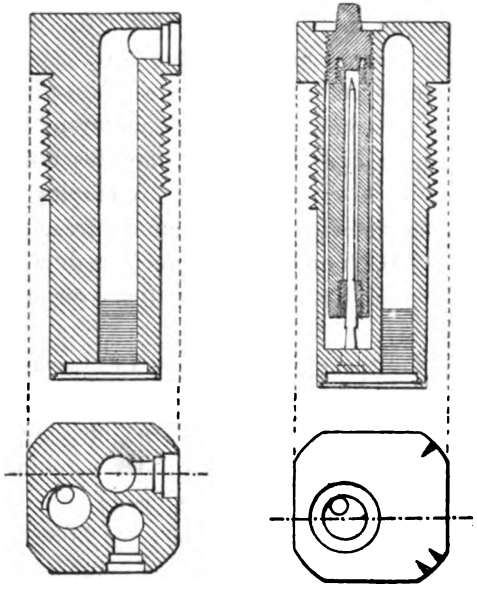
Digitized by Google

Cette fusée se composait d'un corps en bronze de forme cylindrique et d'un appareil percutant (voir la figure ci-dessous).

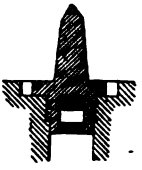
Le corps était percé de trois canaux indépendants parallèles à l'axe, deux fusants et un percutant.

Les durées des canaux remplis de composition fusante, étaient de 6 et de 15,5 secondes environ et donnaient l'éclatement du projectile vers 1 500 et 3 000 mètres.

Le canal percutant, fermé par un bouchon détonant portant l'amorce, contenait un cylindre en bronze ou



Bouchon détonant.



masselotte et une aiguille en acier dont l'ensemble formait le percuteur. L'aiguille dépassait à la partie inférieure; un tampon de liége et une rondelle de carton maintenaient la masselotte en place. Le bouchon détonant n'était vissé qu'au moment du besoin; dans les transports, il était remplacé par un autre bouchon, sans amorce, qui se vissait à la fois dans le corps de la fusée et sur

Digitized by Google

la masselotte, qui se trouvait ainsi complétement immobilisée.

En 1868, le commandant Maucourant proposa aussi une fusée mixte à double percussion pour les obus des bouches à feu se chargeant par la culasse, que l'on expérimentait alors. L'expérience ayant prouvé qu'avec les projectiles forcés l'on ne pouvait plus compter sur les gaz de la charge pour enflammer la composition fusante, il avait cherché à obtenir la mise du feu à l'extrémité antérieure de la colonne de composition fusante, grâce à l'inflammation d'une amorce fulminante obtenue par la percussion due au mouvement brusque du projectile à l'instant du départ.

Ces nouvelles fusées, qui étaient mixtes et, par conséquent, à double percussion, furent expérimentées en même temps que les canons se chargeant par la culasse, soit à Châlons, soit à Versailles. Elles donnèrent alors d'assez bons résultats, mais, par suite de la déclaration de guerre, les études sur ces nouvelles fusées, de même que celles sur le chargement des bouches à feu par la culasse, se trouvèrent interrompues.

Fusée fusante à six durées, modèle 1870. — Cette fusée est actuellement la seule fusée fusante qui soit encore en service. Elle est destinée uniquement aux obus à balles de 24.

Les durées correspondantes des différents évents sont réglées ainsi qu'il suit: n° 1, 1s,8; n° 2, 3s,8; n° 3, 6s; n° 4, 8s,5; n° 5, 11s,1; n° 6, 13s,8.

Avec la charge de guerre les distances des points d'éclatement à la pièce sont, en mètres:

Pour le canon de 24 rayé de place :

500	1000	1500	2000	2500	3000

Pour le canon de 24 rayé de siége :

500	980	1440	1950	2400	2880

Digitized by Google

Les études sur les canons se chargeant par la culasse, les poudres et les fusées, brusquement interrompues pendant la guerre, furent reprises aussitôt après la réorganisation du Comité de l'artillerie, au mois de juin 1871.

L'École d'artillerie de Bourges, placée à proximité de la fonderie et de l'École de pyrotechnie, fut, tout naturellement, chargée d'exécuter les premières expériences. Au mois de décembre 1871, le Ministre décida la formation d'une Commission spéciale d'officiers d'artillerie, dont les membres, nommés le 30 décembre 1871, se trouvèrent réunis à Bourges à la fin du mois de février 1872. La Commission de Bourges fut dès lors chargée spécialement des études ayant pour but l'amélioration de l'ancien matériel et des bouches à feu se chargeant par la bouche, ainsi que de celles concernant les mitrailleuses, les affûts, les poudres et les fusées; elle eut aussi à essayer quelques canons étrangers et à les comparer aux bouches à feu françaises alors existantes. Le peu d'étendue du polygone de Bourges ne permettant pas les études balistiques aux petites et aux grandes distances, on ne pouvait confier à cette Commission les études relatives aux nouvelles bouches à feu à grande portée.

Aussi, dès le mois de février 1872, il avait été décidé qu'une seconde Commission, analogue à celle de Bourges, serait installée à Calais, où elle pourrait disposer, sur la plage de l'Estran, d'un champ de tir pour ainsi dire illimité. Réunie à la fin du mois d'avril 1872, la Commission de Calais commença à fonctionner dès les premiers jours du mois de mai; elle eut tout d'abord à s'occuper de toutes les expériences relatives à la recherche d'un nouveau canon de campagne en acier.

Au mois d'avril 1872, une troisième Commission fut établie à Tarbes, place dans laquelle on avait créé, pendant la guerre, un atelier de construction. Cette Commission fut spécialement chargée d'expérimenter les bouches à feu se chargeant par la culasse, et les affûts proposés par le colonel de Reffye.

(A suivre.)

Digitized by Google

SUR LE

MOUVEMENT DES PROJECTILES OBLONGS

DANS L'AIR.

[*Suite*] (1).

VIII. — Équations différentielles du mouvement de rotation du projectile autour de son centre de gravité.

18. — Dans ce qui va suivre, on désignera par A le moment d'inertie du projectile autour de son axe de figure, et par B son moment d'inertie autour de l'un quelconque des rayons de l'équateur (2).

Indépendamment des axes fixes OX, OY, OZ, choisis comme on l'a dit précédemment (§ 14), on en considérera trois autres OX_1, OY_1, OZ_1, mobiles à la fois dans le corps et dans l'espace.

L'axe OX_1 est l'axe de figure OA; l'axe OZ_1, la droite ON suivant laquelle l'équateur du corps coupe le plan des zx; enfin l'axe OY_1 est l'intersection OH de l'équateur du corps et du plan OYA.

Il est clair que les trois nouveaux axes sont respectivement perpendiculaires deux à deux et qu'ils forment à un instant quelconque un système de trois axes principaux de l'ellipsoïde central.

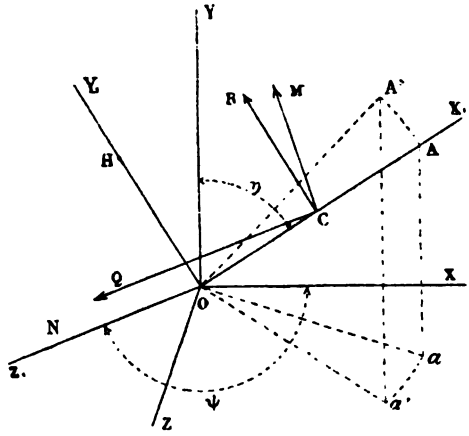
(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XII, août 1878, p. 422.

(2) L'ellipsoïde central, comme le projectile lui-même, est une figure de révolution, et l'équateur de cet ellipsoïde est ce qu'on appelle l'équateur du mobile.

Digitized by Google

La position du nouveau système d'axes est définie à l'aide de deux angles : l'angle η que fait l'axe des x_1 avec

Fig. 12.



l'axe des y et l'angle ψ que fait l'axe des z_1 avec l'axe des x.

Les rotations et les moments comptés de A vers N autour de l'axe OY_1, de N vers H autour de l'axe OX_1 et de H vers A autour de l'axe OZ_1 sont considérés comme positifs.

19. — La seule force qui sollicite le mobile, abstraction faite de son poids, dont il n'est pas tenu compte (le centre de gravité du corps coïncidant avec l'origine O qui est supposée fixe), est la résistance de l'air $CM = R$, située dans le plan MCO conduit par l'axe de figure et la tangente. Le moment de cette force autour de l'axe OX_1 étant nul, la vitesse de rotation autour de cet axe conserve une valeur constante ; soit Ω cette valeur.

Désignons par n_1 et n_2 les deux autres composantes de la rotation instantanée qui ont respectivement pour axe la ligne OZ_1 et la ligne OY_1. Pour les évaluer en fonction des angles η et ψ, on remarque d'abord que la rotation n_1,

Digitized by Google

s'opérant autour de l'axe OZ_1, fait varier η seulement et que, par suite :

$$n_1 = \frac{d\eta}{dt}.$$

Quant à n_2, en vertu de cette rotation, l'axe OX_1 décrit autour de OY, un petit angle AOA′ qui a pour projection sur le plan XOZ l'angle $aoa' = d\psi$: il s'ensuit que AOA′ $= \sin\eta d\psi$ et, par conséquent :

$$n_2 = \sin\eta \frac{d\psi}{dt}.$$

D'après ces résultats, la demi-force vive, à un instant quelconque t, est :

$$\frac{1}{2}\left[A\Omega^2 + B(n_1^2 + n_2^2)\right] = \frac{1}{2}\left[A\Omega^2 + B\left[\left(\frac{d\eta}{dt}\right)^2 + \sin^2\eta\left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2\right]\right] \quad (49)$$

Si l'on décompose la résistance R en trois autres forces S, R, Q, respectivement parallèles aux axes OX_1, OY_1, OZ_1, la composante S, parallèle à l'axe OX_1, sera détruite par la fixité du point O, et les composantes Q et R figureront seules dans les équations du mouvement.

Pendant un temps très-court dt, le travail de la force Q est $Ql \sin\eta d\psi$, l désignant la distance CO ; le travail de la force R est $-Rld\eta$. La somme de ces travaux étant égale à la différentielle de l'expression (49) on a, après avoir divisé par dt :

$$B\left[\frac{d\eta}{dt}\frac{d^2\eta}{dt^2} + \frac{d\psi}{dt}\frac{d^2\psi}{dt^2}\sin^2\eta + \left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2 \sin\eta\cos\eta\frac{d\eta}{dt}\right] =$$

$$= -Rl\frac{d\eta}{dt} + Ql\sin\eta\frac{d\psi}{dt}. \quad (50)$$

La somme des moments des quantités de mouvement par rapport à l'axe OY est égale à la somme des projections sur cet axe des moments estimés par rapport à OX_1, OY_1, OZ_1, c'est-à-dire à :

$$A\Omega\cos\eta + B\sin^2\eta\frac{d\psi}{dt};$$

Digitized by Google

égalant la différentielle de cette expression au moment de l'impulsion élémentaire de la force Q pris par rapport au même axe [1], on a, en divisant par dt :

$$B\frac{d^2\psi}{dt^2}\sin^2\eta + 2B\sin\eta\cos\eta\frac{d\psi}{dt}\frac{d\eta}{dt} + A\Omega\sin\eta\frac{d\eta}{dt}\frac{d\psi}{dt} = Ql\sin\eta, \quad (51)$$

Multipliant l'équation (51) par $\frac{d\psi}{dt}$ et retranchant le résultat de l'équation (50), il vient :

$$B\frac{d\eta}{dt}\frac{d^2\eta}{dt^2} - B\left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2\frac{d\eta}{dt}\sin\eta\cos\eta + A\Omega\sin\eta\frac{d\eta}{dt}\frac{d\psi}{dt} = -Rl\frac{d\eta}{dt}. \quad (52)$$

si l'on supprime les facteurs communs et que l'on remplace $\frac{d\psi}{dt}$ par ψ', $\frac{d\eta}{dt}$ par η' les équations (51) et (52) s'écrivent :

$$B\sin\eta\frac{d\psi'}{dt} + 2B\psi'\eta'\cos\eta - A\Omega\eta' = Ql, \quad (53)$$

$$B\frac{d\eta'}{dt} + (A\Omega - B\psi'\cos\eta)\psi'\sin\eta = -Rl. \quad (54)$$

L'expérience ayant montré que l'axe de rotation instantané ne s'éloigne jamais beaucoup de l'axe de figure, η' et $\psi'\sin\eta$, les deux composantes qui, avec Ω, constituent la vitesse de rotation totale, sont nécessairement des quantités fort petites : on supprimera donc les termes en ψ'^2 et $\psi'\eta'$, ce qui conduit aux équations :

$$B\sin\eta\frac{d\psi'}{dt} - A\Omega\eta' = Ql, \quad (55)$$

$$B\frac{d\eta'}{dt} + A\Omega\psi'\sin\eta = -Rl, \quad (56)$$

Si l'on néglige en outre les termes indépendants de Ω de-

[1] Les moments des impulsions des forces R et S sont nuls.

Digitized by Google

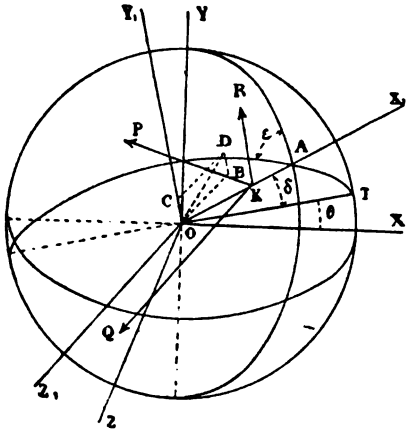
vant ceux qui sont multipliés par ce facteur dont la valeur est considérable, on a finalement[1] :

$$\eta' = -\frac{Ql}{A\Omega}, \tag{57}$$

$$\psi' = -\frac{Rl}{A\Omega \sin \eta}. \tag{58}$$

19. — Le plan vertical passant par le centre de la bouche de la pièce et le point de chute fait, comme on l'a vu (§ 13), un angle très-petit avec le plan de tir : on peut donc admettre, sans grande erreur, que la tangente, pendant qu'elle s'abaisse, reste parallèle au plan de tir, c'est-à-dire que le plan OT de la figure 10 peut être considéré comme se confondant avec le plan YOX. Nous ferons désormais cette hypothèse en étudiant le mouvement de rotation du projectile autour de son centre de gravité.

Fig. 13.



Soient comme précédemment :

η l'angle de l'axe de figure avec l'axe OY,

ψ-90° l'angle des plans YOX, YOA,

θ l'inclinaison de la tangente sur le plan horizontal.

---

[1] Si dans les équations (55) et (56) on remplace sin η par une constante β, égale à la moyenne des valeurs que prend cette fonction qui, dans le tir de plein fouet, varie entre des limites assez rapprochées dans toute l'étendue de la trajectoire, on obtient deux équations linéaires simultanées qui peuvent être facilement intégrées ; les valeurs auxquelles on arrive ainsi pour η' et ψ' se réduisent, quand on néglige les termes périodiques (ce qui revient à substituer à l'axe de figure un axe moyen dont l'axe vrai ne s'écarte que par des oscillations insensibles), à celles qui sont données par les formules (57) et (58).

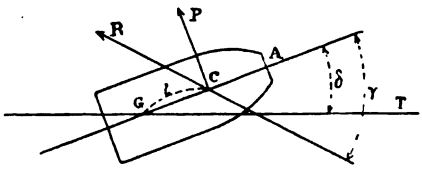
Digitized by Google

Soient de plus :

ε l'angle des plans AOT, YOA,

P la composante de la résistance de l'air R perpendiculaire à l'axe de figure dans le plan AOT,

Fig. 14.



l la distance du centre de résistance au centre de gravité.

Les composantes de la force P, prises perpendiculairement au plan YOA et dans ce plan, ont respectivement pour valeur P sin ε et P cos ε : ce sont les forces Q et R considérées dans le paragraphe précédent, en sorte que l'on a :

$$Q = P \sin \varepsilon, \qquad R = P \cos \varepsilon.$$

A l'aspect de la figure 14 on reconnaît facilement que, si l'on désigne par MP le moment de la force P par rapport au centre de gravité, dans le plan AOT, on a les deux relations suivantes :

$$P = R \sin \gamma = R \sin (K + 1)\,\delta = R\,(K + 1)\,\delta,$$

$$MP = Pl = R\,(K + 1)\,\delta l.$$

En posant $(K + 1)\,l = h$, la dernière relation s'écrit :

$$MP = Rh\delta, \qquad (59)$$

si l'on prend (fig. 13) sur le prolongement de l'axe OZ_1 une longueur $OB = \eta'$, et sur l'axe OY_1 lui-même une longueur $OC = \psi' \sin \eta$, la diagonale OD du rectangle OBCD est l'axe instantané autour duquel se meut l'axe de figure au temps t. Il en résulte que pendant le moment très-court dt qui suit, l'axe de figure se déplace normalement au plan DOA, lequel n'est autre que le plan AOT (1).

(1) Pour s'en assurer, il suffit de voir si les plans DOA, AOT, qui se coupent suivant la droite OA, ont la même inclinaison sur le plan OY_1 YA ; or, l'angle dièdre des plans OY_1 YA, DOA est mesuré par l'angle plan COD, dont la tangente est :

Digitized by Google

La vitesse angulaire w avec laquelle s'effectue ce mouvement est d'ailleurs donnée par la relation :

$$w = \sqrt{\eta'^2 + \psi'^2 \sin^2\eta},$$

qui, d'après les équations (57) et (58) peut être mise sous la forme :

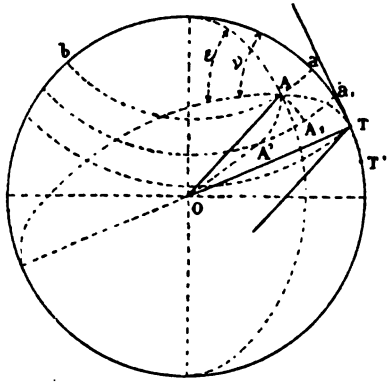
$$w = \sqrt{\frac{Q^2 l^2 + R^2 l^2}{A^2\Omega^2}} = \frac{l}{A\Omega}\sqrt{Q^2 + R^2} = \frac{Pl}{A\Omega} = \frac{Rh\delta}{A\Omega}. \quad (60)$$

L'axe instantané de rotation ayant pour projection sur le plan Y_1OZ_1 la droite $OD = \frac{Rh\delta}{A\Omega}$ et sur l'axe de figure une longueur égale à Ω, l'angle très-petit β, que ce dernier axe fait avec l'axe instantané, est donné par la formule :

$$\text{tang}\,\beta = \beta = \frac{Rh\delta}{A\Omega^2}. \quad (60\ bis)$$

20. — L'axe de figure et la tangente percent la sphère décrite du centre de gravité du projectile comme centre, avec un rayon égal à l'unité, en des points A et T, fort rapprochés l'un de l'autre (fig. 15). On peut donc, dans l'étude du mouvement relatif de ces deux points, confondre la surface de la sphère avec celle du plan tangent au point T. En conséquence, nous rapporterons la position du point A à deux axes coordonnés, mobiles avec la tangente, ayant leur origine au

Fig. 15.



$$\frac{DC}{OC} = \frac{\eta'}{\psi \sin\eta} = \frac{Ql}{A\Omega}\cdot\frac{A\Omega}{Rl} = \frac{Q}{R} = \text{tang}\,\varepsilon,$$

et ε est précisément l'angle des plans Y_1 YOA, OAT.

On voit que l'axe instantané, l'axe de figure et la tangente sont toujours situés dans un même plan, du moins au degré d'approximation que nous avons adopté.

Digitized by Google

point T et dirigés, le premier, suivant la tangente au méridien, dans le sens de l'axe OY_1, le second, suivant la tangente au parallèle, à droite du plan de tir : nous désignerons par δ_1 l'abscisse du point A et par δ_2 son ordonnée.

Or, si l'on trace le parallèle aAb du point A, on forme un triangle sphérique dont les côtés, très-petits, peuvent être considérés comme rectilignes, d'après ce qui vient d'être dit, et, par suite, ce triangle fournit les relations :

$$\delta_1 = Aa = AT \sin ATa = \delta \sin \nu, \qquad (61)$$

$$\delta_2 = aT = AT \cos ATa = \delta \cos \nu. \qquad (62)$$

Pendant un élément de temps dt, l'extrémité de la tangente s'abaisse en T′ et le point A, extrémité de l'axe de figure, vient en A′, en décrivant un petit arc AA′ normal à l'arc AT et égal en valeur absolue (§ 19) à $\frac{Rh\delta}{A\Omega}dt$.

Par conséquent, si l'on projette le point A en A_1 sur le parallèle du point A′, on aura pour la variation de l'abcisse du point A :

$$d\delta_1 = A_1A' = AA' \sin A_1AA' = \frac{Rh\delta}{A\Omega} \cos \nu dt,$$

ou, en remplaçant dt par sa valeur tirée de l'équation (35) :

$$d\delta_1 = -\frac{Rh\delta}{A\Omega} \cos \nu \times \frac{c}{v^4 \cos \theta} du = -\frac{\alpha h\delta}{A\Omega} \delta_2 \frac{cR}{v^4 \alpha \cos \theta} du,$$

équation qui s'écrit :

$$\frac{d\delta_1}{du} + a\delta_2 = o, \qquad (63)$$

si l'on pose :

$$\frac{\alpha h P}{A\Omega g} = a, \qquad (64)$$

après avoir remarqué que $\alpha \cos \theta = 1$, $\frac{cR}{v^4} = \frac{P}{g}$.

On trouve de même pour la variation de l'ordonnée :

$$d\delta_2 = TT' - aa_1 = TT' - AA_1 = -d\theta - \frac{Rh\delta}{A\Omega} \sin \nu dt = -d\theta - \frac{Rh\delta_1}{A\Omega} dt.$$

Digitized by Google

Mais, de l'équation (39), on tire:

$$d\theta = cg\,\frac{\cos^2\theta}{\alpha^3 u^5}\,du = cg\,\frac{\alpha^2\cos^2\theta}{\alpha^5 u^5}\,du = \frac{cg}{\alpha^5 u^5}\,du.$$

Remplaçant $d\theta$ par cette valeur dans la relation précédente et substituant à dt son expression en fonction de u, il vient:

$$d\delta_2 = -\frac{cg}{\alpha^5 u^5}\,du - \frac{Rh\delta_1}{A\Omega}\times\frac{\alpha c}{v^4}\,du = -\frac{cg}{\alpha^5 u^5}\,du - \frac{\varkappa\lambda P}{A\Omega g}\,du,$$

posant:

$$\frac{cg}{\alpha^5} = b, \tag{65}$$

et divisant tous les termes par du, on obtient enfin:

$$\frac{d\delta_2}{du} - a\delta_1 = -\frac{b}{u^5}. \tag{66}$$

Les équations (63) et (66) définissent complétement le mouvement conique de l'axe de figure autour de la tangente: il reste à intégrer ces équations.

IX. — Équations en termes finis du mouvement de rotation du projectile autour de son centre de gravité.

21. — Pour intégrer les équations (63) et (66) obtenues dans le chapitre précédent, on considère d'abord le système suivant:

$$\frac{d\delta_1}{du} = a\delta_2 = 0, \tag{63}$$

$$\frac{d\delta_2}{du} - a\delta_1 = 0, \tag{67}$$

formé de l'équation (63) et de l'équation (66) privée de son second membre.

De l'équation (67) on tire:

$$\delta_1 = \frac{1}{a}\,\frac{d\delta_2}{du}, \qquad \frac{d\delta_1}{du} = \frac{1}{a}\,\frac{d^2\delta_2}{du^2},$$

Digitized by Google

substituant cette valeur de $\frac{d\delta_1}{du}$ dans l'équation (63), il vient :

$$\frac{1}{a}\frac{d^2\delta_2}{du^2} + a\delta_2 = 0 \qquad \text{ou} \qquad \frac{d^2\delta_2}{du^2} + a^2\delta_2 = 0.$$

Multipliant cette dernière par $2\frac{d\delta_2}{du}$ et intégrant, il vient :

$$\left(\frac{d\delta_2}{du}\right)^2 = a^2(c^2 - \delta_2^2),$$

c désignant une constante.

De cette dernière équation, on tire :

$$\frac{d\delta_2}{\sqrt{c^2 - \delta_2^2}} = adu,$$

et, par une nouvelle intégration :

$$\text{arc sin}\,\frac{\delta_2}{c} = au + c',$$

c' désignant une deuxième constante, et par suite :

$$\begin{aligned}\delta_2 = c\sin(au + c') = c\sin au\cos c' + \\ + c\cos au\sin c' = \mathrm{A}\sin au + \mathrm{B}\cos au\end{aligned} \qquad (68)$$

A et B représentant deux constantes arbitraires.

De l'équation (68) on tire :

$$\delta_1 = \frac{1}{a}\frac{d\delta_2}{du} = \mathrm{A}\cos au - \mathrm{B}\sin au. \qquad (69)$$

Si maintenant l'on regarde les arbitraires A et B comme des fonctions de u indéterminées, les seconds membres des équations (68) et (69) pourront représenter des fonctions quelconques ; par conséquent, ces formules sont susceptibles d'exprimer en particulier les intégrales générales des équations (63) et (66). Différentiant les équations (68) et (69) dans cette hypothèse, on a :

$$\frac{d\delta_1}{du} = \mathrm{A}a\sin au - \mathrm{B}a\cos au + \cos au\frac{d\mathrm{A}}{du} - \sin au\frac{d\mathrm{B}}{du},$$

$$\frac{d\delta_2}{du} = \mathrm{A}a\cos au - \mathrm{B}a\sin au + \sin au\frac{d\mathrm{A}}{du} + \cos au\frac{d\mathrm{B}}{du};$$

Digitized by Google

substituant dans les équations (63) et (66), il vient, toutes réductions faites :

$$\sin au \frac{dA}{du} + \cos au \frac{dB}{du} = -\frac{b}{u^5},$$

$$\cos au \frac{dA}{du} - \sin au \frac{dB}{du} = 0.$$

De là on déduit :

$$\frac{dA}{du} = \frac{b \sin au}{u^5}, \qquad \frac{dB}{du} = -\frac{b \cos au}{u^5},$$

et, par suite :

$$A = A' - b\int \frac{\sin au}{u^5} du, \qquad B = B' - b\int \frac{\cos au}{u^5} d\,u,$$

$$\delta_1 = \left(A' - b\int \frac{\sin au}{u^5} du\right)\cos au - \left(B' - b\int \frac{\cos au}{u^5} du\right)\sin au,$$

$$\delta_2 = \left(A' - b\int \frac{\sin au}{u^5} du\right)\sin au + \left(B' - b\int \frac{\cos au}{u^5} du\right)\cos au.$$

Comme δ_1 et δ_2 sont nuls à l'origine du mouvement, on a, en prenant les intégrales à partir de $u = u_0$:

$$\delta_1 = -b \cos au \int_{u_0}^{u} \frac{\sin au}{u^5} du + b \sin au \int_{u_0}^{u} \frac{\cos au}{u^5} du =$$

$$= b \cos au \int_{u}^{u_0} \frac{\sin au}{u^5} du - b \sin au \int_{u}^{u_0} \frac{\cos au}{u^5} du,$$

$$\delta_2 = -b \sin au \int_{u_0}^{u} \frac{\sin au}{u^5} du - b \cos au \int_{u_0}^{u} \frac{\cos au}{u^5} du =$$

$$= b \sin au \int_{u}^{u_0} \frac{\sin au}{u^5} du + b \cos au \int_{u}^{u_0} \frac{\cos au}{u^5} du.$$

Si dans ces équations on écrit z au lieu de u sous le signe $\int$ et que l'on fasse passer les facteurs $\sin au$ et $\cos au$ sous ce même signe, il vient :

$$\delta_1 = b\int_{u_0}^{u_0} \frac{\sin az \cos au - \cos az \sin au}{z^5} dz = b\int_{u}^{u_0} \frac{\sin a(z-u)}{z^5} dz, \quad (70)$$

$$\delta_2 = b\int_{u}^{u_0} \frac{\sin az \sin au + \cos az \cos au}{z^5} dz = b\int_{u}^{u_0} \frac{\cos a(z-u)}{z^5} dz. \quad (71)$$

Digitized by Google

Une suite d'intégrations par parties donne :

$$\delta_1 = b\left[\sin a(z-u)\left(-\frac{5}{a^2z^6}+\frac{5.6.7}{a^4z^8}-\frac{5.6.7.8}{a^6z^{10}}+\ldots\right)-\right.$$
$$\left.-\cos a(z-u)\left(\frac{1}{az^5}-\frac{5.6}{a^3z^7}+\frac{5.6.7.8}{a^5z^9}-\ldots\right)\right]_{u=}^{u=u_0}+R_1.$$

Lorsqu'on prend $2m$ termes dans le développement :

$$R_1 = b\int_u^{u_0}\frac{5.6.7\ldots.4+2m}{a^{2m}z^{5+2m}}\sin a(z-u)\,du =$$
$$= b\int_u^{u_0}\frac{5.6.7\ldots.4+2m}{a^{2m}z^{2m}}\,\frac{\sin a(z-u)}{z^5}\,du\,;$$

Le facteur $\frac{5.6.7\ldots(4+2m)}{a^{2m}z^{2m}}$ ne tend pas vers zéro, il augmente au contraire indéfiniment avec m : mais il décroît d'abord très-rapidement avec les premières valeurs de m, et l'on peut toujours s'arrêter dans le développement en série à un terme tel que ce facteur et, par suite, le reste R_1, soit complétement négligeable.

Le minimum du facteur $\frac{5.6.7\ldots(4+2m)}{a^{2m}z^{2m}}$ a lieu lorsque $4+2m = az = au$.

Pour le canon de 95^{mm} tirant à 7 000 mètres, $a = 0{,}153$, $u_{7000} = 166^m{,}1$.

Le terme minimum correspond donc à :

$$4+2m = 25{,}35,\quad 2m = 21,\quad m = 10,$$

et, par suite, il est égal à :

$$\frac{5.6.7\ldots\ldots24}{(25{,}35)^{20}} = \frac{1.2.3.4.5\ldots\ldots24}{1.2.3.4\,(25{,}35)^{20}} = 0{,}000002145.$$

On peut donc le négliger. Si l'on pose d'ailleurs :

$$\varphi(z) = \frac{1}{az^5}\left[1-\frac{5.6}{a^2z^2}+\frac{5.6.7.8}{a^4z^4}-\ldots\ldots\right],$$

$$\varphi_1(z) = \frac{5}{a^2z^6}\left[1-\frac{6.7}{a^2z^2}+\frac{6.7.8.9}{a^4z^4}-\ldots\ldots\right],$$

Digitized by Google

on a finalement :

$$\delta_1 = b\,[\varphi(u) - \varphi(u_0)\cos a(u_0 - u) - \varphi_1(u_0)]. \qquad (72)$$

On trouve de même :

$$\delta_2 = b\,[\varphi(u_0)\sin a(u_0 - u) + \varphi_1(u) - \varphi_1(u_0)\sin a(u_0 - u)]. \qquad (73$$

Si l'on réduit $\varphi(u)$ et $\varphi_1(u)$ chacun à leur premier terme, il vient :

$$\delta_1 = \frac{b}{au_0^5}\left[\left(\frac{u_0}{u}\right)^5 - \cos a(u_0 - u) - \frac{5}{au_0}\sin a(u_0 - u)\right], \qquad (74)$$

$$\delta_2 = \frac{b}{au_0^5}\left[\sin a(u_0 - u) + \frac{5}{au_0}\left(\left(\frac{u_0}{u}\right)^6 - \cos a(u_0 - u)\right)\right], \qquad (75)$$

Dans le canon de 95^{mm} tirant à 7,000 mètres :

$$a = 0{,}153, \qquad b = 4050100000.$$

et, par suite, on a :

$$\delta_1 = 0{,}003115\left[\left(\frac{u_0}{u}\right)^5 - \cos a(u_0 - u) - \right.$$
$$\left. - 0{,}08495\sin a(u_0 - u)\right], \qquad (76)$$

$$\delta_2 = 0{,}003115\left[\sin a(u_0 - u) + 0{,}08495\left[\left(\frac{u_0}{u}\right) - \right.\right.$$
$$\left.\left. - \cos a(u_0 - u)\right]\right]. \qquad (77)$$

22. — En construisant la courbe dont δ_1 serait l'abscisse et δ_2 l'ordonnée, on aurait une idée très-claire du mouvement de l'axe de figure autour de la tangente.

D'après l'équation (72), δ_1 a toujours le même signe, car $\varphi(u)$ croît constamment lorsque u décroît, et $\varphi_1(u)$ n'est jamais qu'une très-faible partie de $\varphi(u)$: donc l'axe de figure reste toujours à droite du plan de tir [1].

---

[1] Il resterait toujours à gauche du plan de tir si le projectile était animé d'une rotation *positive*.

Digitized by Google

δ_1 passe par une série de maxima et de minima correspondant aux valeurs de u qui annulent δ_2 : on a, en effet :

$$\frac{d\delta_1}{du} = -a\delta_2.$$

Les mêmes valeurs de u rendent aussi δ maximum ou minimum, car, si l'on multiplie l'équation (63) par δ_1 l'équation (66) par δ_2 et qu'on ajoute les produits, il vient :

$$\delta_1 \frac{d\delta_1}{du} + \delta_2 \frac{d\delta_2}{du} = \frac{1}{2}\frac{d}{du}(\delta_1^2 + \delta_2^2) = -\frac{b\delta_2}{u^5}.$$

Les valeurs maxima de δ sont évidemment égales aux valeurs maxima de δ_1.

Des équations (61) et (62) on tire :

$$\text{tang}\, \nu = \frac{\delta_1}{\delta_2}.$$

La valeur initiale de tang ν est zéro, puisque si pour $u = 0$ on a $d_1 = \delta_2 = 0$, on a aussi, d'après les équations (63) et (66) $\frac{d\delta_1}{du} = 0$, $\frac{d\delta_2}{du} \gtrless 0$, mais cette fonction ne s'annule plus dans la suite, car on a toujours $\delta_1 > 0$ ou $\delta_1 < 0$, suivant le sens de la rotation initiale.

L'angle ν partant de la valeur zéro, devient égal à 90° pour les valeurs de u qui annulent δ_2, croît jusqu'à une valeur moindre que 180° pour diminuer ensuite, et exécute ainsi une série d'oscillations comprises entre les deux limites 0° et 180°. Les valeurs maxima ou minima sont données par les valeurs de u satisfaisant à la relation :

$$d.\ \text{tang}\, \nu = 0 \quad \text{ou} \quad \delta_2 \frac{d\delta_1}{du} - \delta_1 \frac{d\delta_2}{du} = 0,$$

que l'on peut écrire, en tenant compte des équations (63) et (66) :

$$a\,(\delta_1^2 + \delta_2^2 = \frac{b\delta_1}{u^5} \quad \text{ou} \quad a\delta^2 = \frac{b\delta_1}{u^5}.$$

X. — Détermination, à l'aide d'une construction graphique, des valeurs numériques de δ et ν.

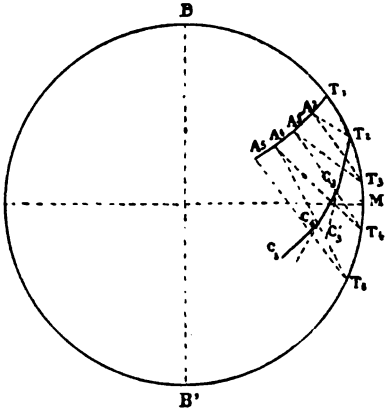
23. — On pourrait, à l'aide des formules (72) et (73),

Digitized by Google

calculer les valeurs de $\delta = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2}$ et celles de $\nu =$ arc tang $\frac{\delta_1}{\delta_2}$, mais on obtient plus rapidement le même résultat en se servant d'une construction graphique à laquelle conduisent les considérations suivantes.

Comme on l'a vu précédemment (§ 19), dans l'étude du mouvement relatif de l'axe de figure et de la tangente, on peut admettre que cette dernière ligne, en s'abaissant sous l'action de la pesanteur, reste parallèle au plan de tir. Il en résulte que des droites, parallèles aux directions successives de la tangente, menées par le centre de gravité du projectile, rencontrent la sphère décrite de ce point comme centre avec l'unité pour rayon en des points T_1, T_2, T_3 (fig. 16) situés sur la trace BMB′ du grand cercle parallèle au plan de tir : l'axe de figure, dans les positions correspondantes, perce la sphère aux points T_1, A_2, A_3, A_4, A_5.

Fig. 16.



On sait (voir § 19) qu'à chaque instant l'axe de figure se déplace normalement au plan passant par cet axe lui-même et par la tangente ; le point A est donc animé d'un mouvement de rotation autour du point T, pendant que ce dernier point se déplace lui-même sur le grand cercle BB′.

$d\varphi$ désignant l'angle dont le point A tourne ainsi à chaque instant autour du point T, la vitesse angulaire du mouvement de rotation dont il s'agit est :

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{T_1A_2}{A_2T_2},$$

Digitized by Google

ou, en remarquant que $A_2T_2 = \delta$ et que (éq. 60) $T_1A_2 = \frac{Rh\delta}{A\Omega} dt$:

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{Rh}{A\Omega}. \qquad (79)$$

Maintenant, si, par le point T_2, on mène un arc de grand cercle T_2C_3 ayant une longueur égale à celle de T_2T_3 et faisant avec le grand cercle BB′ un angle $C_3T_2T_3$ égal à l'angle $T_1T_2A_2$, puis, par le point C_3, un autre arc de grand cercle C_3C_4 égal en longueur à l'arc T_3T_4 et faisant avec le prolongement de l'arc T_2C_3 un angle égal à l'angle $A_2T_3A_3$, et ainsi de suite, on obtient un polygone $T_1T_2C_3C_4$..... qui, lorsque les durées successives décroissent indéfiniment, devient une courbe continue telle que, si on la fait rouler sur le grand cercle BB′, le point A, extrémité de l'axe de figure, supposé invariablement lié à cette courbe, suit sa trajectoire $T_1A_2A_3A_4$.....

Il est facile de voir que lorsque cette courbe $T_1T_2C_3C_4$.... est construite, il suffit, pour avoir les valeurs successives de δ, de joindre le point T_1 aux divers points T_2, C_3, C_4....

De même, pour avoir l'angle ν correspondant à une position donnée du point A à la position A_4, par exemple, il suffit évidemment de mener un arc de grand cercle tangent au point C_4 à la courbe dont il s'agit et de mesurer l'angle $T_1C_4C_3$, car, lorsque le point A, primitivement placé en T_1, est venu en A_4, l'arc C_4C_3 coïncide avec le grand cercle BB′ et l'arc T_1C_4 avec l'arc A_4T_4.

24. — Si, prenant pour pôle le point T_1 (fig 16), on admet que les divers points de la courbe $T_1T_2C_3C_4$.... soient définis par le méridien et par le parallèle sur lesquels ils se trouvent, la position du premier de ces plans étant donnée par l'angle α qu'il fait avec le méridien fixe BMB′ et celle du second par sa distance β au pôle, comptée sur un arc de grand cercle, la ligne dont il s'agit sera représentée par une équation de la forme :

$$f(\alpha, \beta) = 0,$$

Digitized by Google

et la projection centrale de la même ligne sur le plan tangent à la sphère au point T_1, aura elle-même pour équation :

$$f(\alpha, \text{tang}\,\beta) = f\left(\alpha, \beta + \frac{\beta^3}{3} + \ldots\right) = 0.$$

On peut donc, aux infiniment petits du 3e près, considérer comme identiques la ligne $T_1T_2C_3C_4$.... et sa perspective sur le plan tangent, et, par suite, admettre que le rayon de courbure de la dernière de ces deux lignes est égal au rayon de courbure géodésique ρ de la première, dont l'expression en un point quelconque, C_3 est :

$$\rho = \lim. \frac{C_3C_4}{\text{angle } C_4C_3C'_3} = -\frac{d\theta}{d\varphi},$$

$d\theta$ étant négatif doit être pris avec le signe — dans (l'expression de ρ).

Mais on a trouvé précédemment : $-d\theta = \frac{g \cos\theta}{v}\,dt$ (éq. 34),

$d\varphi = \frac{Rh}{A\Omega}\,dt$ (éq. 79) ; par suite :

$$\rho = \frac{g\cos\theta}{v}\,dt \times \frac{A\Omega}{Rhdt} = \frac{g\cos\theta}{v}\,dt \times \frac{A\Omega cg}{Phv^4dt} = \frac{cg}{\alpha^4u^5} \times \frac{A\Omega g}{\alpha hP},$$

$$\rho = \frac{b}{a}\frac{1}{u^5}. \qquad (80)$$

L'équation (79), en vertu de l'équation (44 *bis*), s'écrit d'ailleurs :

$$d\varphi = -\frac{Rh}{A\Omega}\cdot\frac{c\,du}{\alpha^3u^4} = \frac{Phv^4}{cgA\Omega}\cdot\frac{1}{\alpha^3}\cdot\frac{du}{u^4} = \frac{Ph\alpha^4u^4cdu}{cgA\Omega\alpha^3u^4} = -\frac{\alpha hP}{A\Omega g}\,du,$$

$$d\varphi = -a\,du \qquad (81)$$

Intégrant cette dernière équation, on obtient :

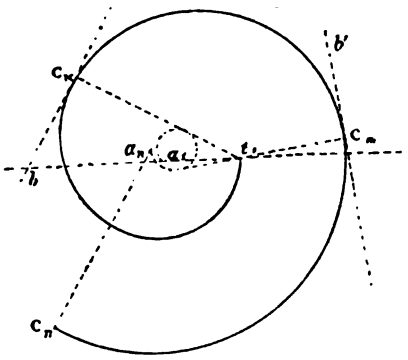
$$\varphi = a\,(u_0 - u). \qquad (82)$$

25. — Les relations (80) et (82) qui font connaître, en fonction de la variable u, le rayon de courbure de la ligne qui est la perspective de la courbe $T_1T_2C_3C_4$.... et l'angle formé par deux rayons de courbure quelconques de la même ligne déterminent complétement cette projection.

Digitized by Google

Soient donc t_1C_n la courbe plane dont ρ est le rayon de courbure, $d\varphi$ l'angle de contingence et a_1a_n sa développée.

Fig. 17.



On obtiendra les points pour lesquels δ est maximum ou minimum en menant par le point t_1 des tangentes à la développée a_1a_n et les prolongeant jusqu'à la rencontre de la courbe t_1C_n en C_M, C_m.... Il est clair, en effet, que pour les points C_M, C_m.... ainsi déterminés, l'angle ν, formé par les rayons vecteurs t_1C_M, t_1C_m.... avec les tangentes bC_M, $b'C_m$... est égal à 90°, et que, par suite, on a tang $\nu = \infty$, c'est-à-dire $\delta_2 = 0$, $\frac{d\delta}{du} = 0$ (§ 22).

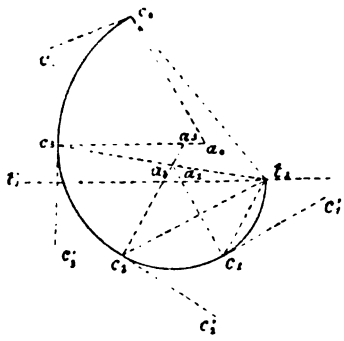
δ est maximum lorsque t_1 est situé sur le prolongement du rayon de courbure, comme cela a lieu pour le point C_M; δ est, au contraire, minimum si le point t_1 est situé sur le rayon de courbure lui-même, ainsi que cela se présente pour le point C_m. En effet, dans le premier cas, le cercle décrit du point t_1 comme centre avec la droite t_1C_M, plus grande que le rayon du cercle osculateur, pour rayon, *touche extérieurement* en C_M la courbe t_1C_n; dans le second cas, cette même courbe t_1C_n est *touchée intérieurement* en C_m par le cercle décrit du point t_1 comme centre, avec la droite t_1C_m, plus petite que le rayon du cercle osculateur, pour rayon.

26. — Si l'on remarque que, les variations de ρ n'étant pas très-rapides, il est permis de regarder cette grandeur comme constante pendant que φ prend un accroissement déterminé, égal à $\frac{\pi}{3}$ par exemple, et que, par suite, on peut

Digitized by Google

la remplacer par sa valeur moyenne dans le même intervalle, on se trouve conduit, pour le tracé de la courbe t_1C_n, au procédé suivant, qui est d'une application facile et fournit des résultats d'une exactitude suffisante :

Fig. 18.



A partir d'un point t_1, sur une droite $t_1t'_1$, on prend une longueur

$$t_1\,a_1 = \frac{\rho_0 + \rho_{\frac{\pi}{3}}}{2},$$

ρ_0 et $\rho_{\frac{\pi}{3}}$ étant les valeurs de ρ pour $\varphi = 0$ et $\varphi = \frac{\pi}{3}$, et du point a_1 comme centre, avec t_1a_1 pour rayon, on décrit un arc de 60° ; on joint le c_1 ainsi obtenu, au point a_1 et sur la droite c_1a_1 on prend une longueur c_1a_2 égale à $\frac{\rho_{\frac{\pi}{3}} + \rho_{\frac{2\pi}{3}}}{2}$, puis du point a_2 comme centre, avec c_1a_2 pour rayon, on décrit un autre arc de 60°, c_1c_2 (¹).

La courbe construite, en joignant le point t_1 aux points $c_1, c_2 \ldots$, on a les valeurs de δ correspondant respectivement à $\varphi = \frac{\pi}{3}, \varphi = \frac{2\pi}{3} \ldots$

Pour obtenir les valeurs de ν se rapportant aux mêmes valeurs de φ, il suffit de construire les angles $t_1c_1c_1'$, $t_1c_2c'_2 \ldots$, formés par les rayons vecteurs t_1c_1, $t_1c_2 \ldots$, avec les tangentes c_1c_1', $c_2c_2' \ldots$.

27. — En faisant application des considérations qui précèdent à l'obus de 95^{mm} tiré sous l'angle de 7°15′, qui correspond à une portée de 3000 mètres, on obtient les résultats numériques consignés dans le tableau suivant :

(¹) Il est avantageux de prendre l'accroissement constant de φ égal à $\frac{\pi}{3}$, parce que, avec cette condition, le tracé de la ligne $t_1\,c_n$ se réduit à la construction d'une série de triangles équilatéraux.

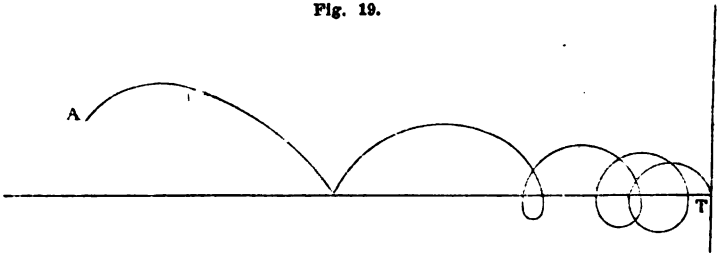
Digitized by Google

u	φ	ρ_φ	ρ_m	δ	δ	ν
mètres.		millim.	millim.	millim.	° ′	° ′
439,6	0	2,41		0,0	0 0	0 0
			2,52			
432,2	$\frac{\pi}{3}$	2,63		2,5	0 00	29 15
			2,75			
424,8	$\frac{2\pi}{3}$	2,87		4,5	0 15	57 30
			3,00			
417,4	$\frac{3\pi}{3}$	3,13		5,5	0 19	85 00
			3,27			
410,0	$\frac{4\pi}{3}$	3,42		5,0	0 17	109 00
			3,58			
402,6	$\frac{5\pi}{3}$	3,75		3,3	0 11	123 09
			3,93			
395,1	$\frac{6\pi}{3}$	4,12		1,7	0 06	82 00
			4,32			
387,7	$\frac{7\pi}{3}$	4,53		4,0	0 13	53 00
			4,75			
380,3	$\frac{8\pi}{3}$	4,98		7,0	0 24	67 30
			5,24			
372,9	$\frac{9\pi}{3}$	5,50		7,7	0 26	85 30
			5,77			
365,5	$\frac{10\pi}{3}$	6,08		7,3	0 25	101 30
			6,40			
358,1	$\frac{11\pi}{3}$	6,73		5,7	0 20	105 30
			7,10			
350,7	$\frac{12\pi}{3}$	7,47		5,5	0 19	83 00
			7,89			
343,3	$\frac{13\pi}{3}$	8,31		7,6	0 27	68 00
			8,79			
335,5	$\frac{14\pi}{3}$	9,27		10,7	0 37	74 00
			9,81			
328,5	$\frac{15\pi}{3}$	10,36		12,6	0 43	85 30
			10,99			
321,1	$\frac{16\pi}{3}$	11,62		12,6	0 43	94 30
			12,33			
317,7	$\frac{17\pi}{3}$	13,05		11,6	0 39	93 00
			13,88			
306,3	$\frac{18\pi}{3}$	14,71		12,1	0 42	83 00
			15,65			
299,0	$\frac{19\pi}{3}$	16,59		15,8	0 55	75 30
			17,73			
291,4	$\frac{20\pi}{3}$	18,87		20,2	1 02	78 00
			20,00			
284,4	$\frac{21\pi}{3}$	21,14		23,4	1 13	84 30
			22,81			
276,6	$\frac{22\pi}{3}$	24,49		25,0	1 18	89 00
			26,26			
269,2	$\frac{23\pi}{3}$	28,04		26,2	1 23	87 30
			30,14			
261,8	$\frac{24\pi}{3}$	32,24		29,4	1 41	82 00
			34,72			
254,4	$\frac{25\pi}{3}$	37,21		36,1	2 02	79 00
			37,61			
253,3	$\frac{25,15\pi}{3}$	38,02		42,0	2 24	82 30

Digitized by Google

La figure 19, construite en donnant au rayon vecteur δ et à l'angle polaire ν, les valeurs indiquées dans le tableau précédent, représente (à échelle double pour les rayons

Fig. 19.



vecteurs) la trajectoire décrite, par rapport à la tangente, par un point pris sur l'axe de figure, à 1 mètre en avant du centre de gravité.

E. Muzeau,
Chef d'escadron d'artillerie.

(*A suivre.*)

Digitized by Google

MATÉRIEL AUTRICHIEN

DE

CAMPAGNE ET DE MONTAGNE

MODÈLE 1875.

Depuis le mois de décembre 1874, la *Revue d'artillerie* a tenu ses lecteurs au courant des différentes phases par lesquelles est passée la question des canons de campagne en Autriche et des nombreuses expériences qui ont conduit définitivement à l'adoption des canons de 9c et de 8c de campagne, ainsi qu'à celle du canon de 7c de montagne en bronze-acier. La description du canon de 9c et du matériel afférent à cette bouche à feu a déjà pu être donnée avec quelques détails (1); quelques indications sommaires ont également été fournies sur le canon de 8c et le canon de montagne; enfin les munitions, le tir, etc., ont fait l'objet de diverses études, au fur et à mesure qu'on a pu se procurer les renseignements nécessaires.

A la suite de la mise en service du nouveau matériel dans tous les régiments, plusieurs officiers autrichiens en ont publié des descriptions trés-détaillées (2), qui nous permettent aujourd'hui de rectifier quelques inexactitudes et de coordonner, en les complétant, les renseignements donnés précédemment.

L'artillerie de campagne (3) comprend des batteries

(1) *Revue d'artillerie*, t. VIII, juillet 1876, p. 321.

(2) *Mittheilungen über gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens.*

Œsterreichs Feld-Artillerie-Materiale, M. 1875, von Franz Zejbek, K. K. Oberlieutenant des Feld-Artillerie-Regiments Kaiser Franz-Josepb nº 1. — Prague, 1877.

Waffenlehre für die K. K. Militair-Akademien, von F. Lankmayr, Oberlieutenant im K. K. 12. Feld-Artillerie-Regimente. — Vienne, 1878.

(3) Voir les statuts d'organisation, *Revue d'artillerie*, t. IX, janvier 1877, p. 389.

Digitized by Google

montées lourdes, des batteries montées légères et des batteries à cheval. Toutes les batteries montées ont 8 pièces, les batteries à cheval 6 pièces seulement; chaque pièce est toujours suivie d'un caisson, et les batteries ont, en outre, le nombre nécessaire de chariots pour le transport de la forge, des rechanges, des objets divers, ainsi que des effets des servants à pied. Les batteries lourdes sont armées du canon de 9c, les batteries légères et les batteries à cheval servent le canon de 8c. Les bouches à feu sont toutes, ainsi que les caissons, attelées à 6 chevaux; cependant, en temps de paix, par raison d'économie, les pièces des batteries légères n'ont que 4 chevaux.

Dans les batteries lourdes et les batteries légères, chaque pièce est servie respectivement par 8 et 7 servants à pied; 2 d'entre eux prennent place sur les siéges d'affût; les autres montent 3 par 3 sur les coffres d'avant-train de pièce et de caisson. Dans les batteries à cheval, chaque pièce est accompagnée par 10 servants à cheval, dont 3 garde-chevaux.

L'artillerie de forteresse, de son côté, compte, sur le pied de paix, 5 batteries de montagne, destinées à être dédoublées au moment de la mobilisation. Ces batteries servent le canon de 7c de montagne; chacune d'elles a 4 pièces seulement.

En résumé, sur le pied de guerre, l'artillerie de bataille comprend 195 batteries de campagne, dont 159 batteries lourdes, 26 batteries légères et 10 batteries à cheval, soit en tout 1540 bouches à feu attelées, auxquelles il conviendrait, le cas échéant, d'ajouter 40 pièces de montagne, servies par les 10 batteries de forteresse.

Bouches à feu. — Les canons de 9c et de 8c de campagne sont construits exactement sur le même type, et ne présentent entre eux que les différences de dimensions nécessitées par la différence même des calibres (1).

---

(1) *Revue d'artillerie*, t. VIII, juillet 1876, p. 321.

Digitized by Google

Sur la culasse on a ménagé une *table* pour le niveau de pointage.

La chambre se compose de deux parties cylindriques, la chambre du projectile et celle de la charge, toutes deux concentriques à l'âme et raccordées entre elles et avec la partie rayée par des surfaces tronconiques.

Les rayures, à flancs parallèles et à profil rectangulaire, tournent à droite; elles font avec la génératrice un angle constant de 4°, soit un peu plus de 1/3 de tour sur la longueur de l'âme; elles ont une largeur triple environ de celle des cloisons.

L'anneau obturateur, système Broadwell, la bague qui lui sert de logement et la plaque d'appui du coin sont en cuivre rouge. La figure 1 (pl. XIII) donne la disposition de ces diverses parties; la plaque d'appui, P, est maintenue dans son logement par une *vis de plaque*, *p*, munie elle-même d'un *ressort-arrêtoir*, destiné à l'empêcher de se dévisser spontanément dans les marches. Elle peut d'ailleurs tourner avec la vis autour de l'axe de celle-ci et prendre, dans son logement, six positions différentes, déterminées par les six mortaises que présente sa face postérieure, suivant que l'une ou l'autre de ces mortaises vient coiffer la goupille *e*, portée par le coin. Toutes ces dispositions ont pour objet de rendre plus faciles le nettoyage et l'entretien du système d'obturation, et d'empêcher que la plaque ne tombe quand on sort le coin de son logement sans l'enlever complétement. On se sert d'huile pour donner à l'âme et à la fermeture de culasse l'onctuosité nécessaire; mais pour la plaque d'appui, il est préférable d'employer du savon de bonne qualité. Dans le tir, s'il survient des érosions à la plaque ou à l'anneau, on commence par changer les points de contact en faisant tourner la plaque dans son logement; si cela ne suffit pas, on change la plaque elle-même, ainsi que l'anneau.

La lumière est normale à l'axe de la pièce; le grain, en cuivre rouge, se compose de deux parties cylindriques

Digitized by Google

d'inégal diamètre (fig. 1); il est introduit par l'âme et chassé dans son logement au moyen d'un coin en bois dur, dont la pression fait épanouir le biseau de la partie supérieure du gros cylindre dans la gorge préparée à cet effet; le grain se trouve ainsi fixé et le tir achève de le mater dans son logement. Lorsqu'on veut le remplacer, on le chasse facilement au moyen d'un repoussoir et de quelques bons coups de marteau.

Le canon de 7c de montagne, modèle 1875, en bronze-acier, est entièrement semblable dans ses dispositions générales aux canons de 9c et de 8c de campagne [1]; il s'en distingue cependant par les particularités suivantes : L'axe des tourillons et celui de la pièce sont dans le même plan; la chambre (fig. 2) ne comprend qu'une seule partie cylindrique lisse, raccordée par un cône avec la partie rayée. Le pas des rayures (30 calibres) est sensiblement plus court, de façon à assurer au projectile une stabilité suffisante, malgré son poids réduit et la faible vitesse initiale que lui imprime la charge.

Le mécanisme de culasse n'est pas muni du système de sûreté adapté aux bouches à feu de campagne pour fixer les positions d'ouverture et de fermeture. La pièce porte deux guidons, le premier sur le bourrelet en tulipe, relevé en forme de masse de mire, le second sur l'embase du tourillon droit; la culasse présente deux plans correspondants pour la hausse : un plan supérieur, *b*, sur la culasse, avec un cran de mire suivant l'axe, et un plan inférier, *a*, sur le côté droit de la pièce; suivant qu'on place la hausse sur l'un ou l'autre de ces plans, on détermine une ligne de mire médiane ou une ligne de mire latérale.

Hausses. — La hausse de campagne (fig. 3) se compose d'une *tige de hausse* (fig. 3[1]) en laiton, glissant dans une *gaîne de hausse* (fig. 3[2]), également en laiton; une *vis supérieure* de hausse qui appuie sur un ressort de pression

---

(1) *Revue d'artillerie*, t. X, juillet 1877, p. 373.

Digitized by Google

placé à l'intérieur de la gaîne, sert à fixer la tige à la position voulue. Cette disposition a l'avantage de permettre d'obtenir de grandes hauteurs de hausse, sans donner cependant à l'instrument lui-même une longueur exagérée. La tige se termine par une réglette convenablement inclinée pour se trouver parallèle à l'axe des tourillons, quand la hausse est en place; une vis de rappel sert à déplacer le cran de mire mobile le long de la division en millimètres tracée sur la réglette jusqu'à 15 millimètres à droite et 25 millimètres à gauche du zéro, pour faciliter les corrections du pointage, qui se fait, en principe, avec le cran de mire à zéro.

La tige et la gaîne portent diverses graduations, soit en distances, soit en millimètres; l'indication du genre de tir auquel chacune d'elles correspond et celle du calibre auquel la hausse est destinée se trouvent inscrites sur l'embase supérieure de la gaîne par les initiales HS. SS. HW. 9c ou 8c.

Ces graduations sont les suivantes :

1° Sur la face postérieure :

A droite, de 400 à 6000 pas (300 à 4500 mètres) pour le tir de plein fouet à obus, HS (*Hohlgeschoss-Schiessen*);

A gauche, de 600 à 3000 pas (450 à 2300 mètres pour le tir à shrapnels, SS (*Shrapnel-Schiessen*);

2° Sur les bords de la partie arrondie :

A gauche, de 500 à 2500 pas (380 à 1900 mètres) pour le tir plongeant à obus, HW (*Hohlgeschoss-Werfen*);

A droite, en millimètres jusqu'à 460 millimètres.

Lorsque la hausse à donner dépasse la graduation de la tige, on lève celle-ci hors de la gaîne jusqu'à ce que le dernier trait de la graduation en millimètres affleure le plan supérieur de l'embase de la gaîne, et on la fixe dans cette position avec la vis supérieure de hausse; on introduit ensuite la gaîne jusqu'à la division voulue dans le canal de hausse, où on la fixe à son tour avec la vis *inférieure* de hausse, dont le collet de ce canal est armé.

On peut remarquer que la hausse pour le tir à obus

Digitized by Google

n'est graduée que jusqu'à 6000 pas (4500 mètres); cependant, l'affût permet de donner à la pièce l'angle nécessaire pour atteindre 8000 et 7000 pas (6000 et 5250 mètres); enfin, en enterrant la crosse de façon à tirer sous l'angle de 42°, on obtient respectivement les portées de 9300 pas (7000 mètres) et de 8700 pas (6600 mètres) avec les calibres de 9c et de 8c.

La hausse du canon de montagne (fig. 4) se compose de la tige, du plateau et du curseur avec sa réglette munie de deux crans de mire : sur le plateau se trouve l'indication 7c et un anneau pour passer le cordon d'attache. La hausse porte sur les deux faces de la tige et de la réglette, des graduations en distances; sur la face antérieure, pour le tir avec la ligne de mire médiane; sur la face postérieure, pour le tir avec la ligne de mire latérale. La face antérieure présente trois graduations, avec indication du genre de tir auquel elles correspondent :

De 200 à 3000 pas (150 à 2300 mètres) pour le tir de plein fouet à obus, HS;

De 500 à 1400 pas (380 à 1060 mètres) pour le tir plongeant à obus, HW;

De 500 à 2500 pas (380 à 1900 mètres pour le tir à shrapnels, SS.

La face postérieure présente deux graduations analogues :

De 3000 à 4000 pas (2300 à 3000 mètres) pour le tir de plein fouet à obus, HS;

De 1400 à 2000 pas (1060 à 1500 mètres) pour le tir plongeant à obus, HW;

Et une graduation en millimètres dont le zéro, quand la hausse est sur le plan supérieur, détermine, avec le guidon du bourrelet, une ligne de mire parallèle à l'axe de la pièce.

La réglette a, sur sa face antérieure, une graduation unique de 0 à 3000 pas (2300 mètres) pour le tir de plein fouet à obus ou à shrapnels, qui sert aussi pour le tir

Digitized by Google

plongeant; la face postérieure est graduée de 3 000 à 4 000 pas (2 300 à 3 000 mètres) pour le tir de plein fouet (HS) et de 1 500 à 2 000 pas (1 137 à 1 500 mètres) pour le tir plongeant (HW).

Affûts. — Les essieux des voitures de campagne sont en acier fondu trempé; il y en a trois modèles différents destinés respectivement à l'affût de 9^{c}, à l'affût de 8^{c} et enfin aux avant-trains et caissons. L'essieu de 9^{c} et l'essieu de caisson pèsent 69^{k},5, l'essieu de 8^{c} pèse 63 kil.

Pour toutes les voitures, les roues sont à moyeu métallique en bronze, système Thonet, semblables à celles de l'artillerie allemande; elles n'ont que 12 rais. Toutes les esses de bout d'essieu se terminent en haut par une partie plane formant marchepied.

L'appareil de pointage (fig. 5) se compose d'une vis double, mobile dans un écrou à tourillons et dont la tête est reliée aux bras du support de pointage. La vis intérieure est en acier fondu; la vis extérieure, en fer forgé, est munie d'un volant; sa partie supérieure, taraudée sur une longueur de 10 filets, sert d'écrou à la vis intérieure. L'écrou, en bronze, repose par ses tourillons sur des paliers en fer forgé; deux courroies d'arrêt fixées à un crampon contre la paroi antérieure du coffret de flèche servent, l'une à attacher le volant, l'autre à maintenir le levier de pointage rabattu sur la flèche pendant les marches.

Les deux sabots d'enrayage ne sont pas habituellement portés par l'affût, mais bien par l'avant-train; on ne les met en place qu'au moment du besoin.

Le canon de montagne est monté sur un affût également en fer (fig. 6), susceptible d'être porté à dos de mulet, la pièce séparée de l'affût, ou d'être traîné à l'aide d'une limonière [1]. Les flasques, en tôle de fer, sont renforcés par des cornières et assemblés au moyen de deux entretoises, d'un boulon entretoise, de l'appareil de pointage et du bout de crosse; l'essieu cylindrique, en

[1] *Revue d'artillerie*, t. X, août 1877, p. 431.

Digitized by Google

acier Bessemer, a une longueur de 920 millimètres et pèse $14^k,6$; les roues sont construites comme celles de campagne et n'ont que 10 rais. Le pointage se fait au moyen d'une vis simple à quatre branches. Le recul, limité par des enrayures est de $3^m,8$, sur un sol uni et résistant.

Avant-trains. — Les avant-trains de 9^c et de 8^c ne présentent entre eux que de légères différences de dimensions (fig. 7). En avant du coffre, l'avant-train porte un coffret en bois destiné à recevoir divers accessoires, son couvercle sert en même temps de marchepied aux servants assis sur le coffre : des courroies permettent d'y attacher une pelle et une pioche.

Sous la fourchette est disposée une gaîne pour recevoir la brosse de l'écouvillon, dont la hampe est attachée sous le timon au moyen d'une courroie et d'un crampon.

Aux deux extrémités de la volée se trouvent des marchepieds supérieurs et des marchepieds inférieurs formant une sorte d'escalier pour permettre aux servants de monter facilement. Les chevaux de derrière sont attelés aux palonniers accrochés aux pitons qui terminent les tirants, de façon que leur traction est transmise directement à l'essieu ; les chevaux du milieu et ceux de devant sont au contraire attelés trait sur trait à une volée mobile en bois suspendue au bout du timon.

Chaque avant-train est muni d'une *chaîne-prolonge* (*Schleppkette*) terminée par une maille et un T, et destinée à permettre de traîner l'affût ou le caisson sans les remettre sur l'avant-train pour franchir un mauvais pas, un pont trop peu solide, etc.; une seconde chaîne semblable sert en même temps de chaîne de sabot d'enrayage pour le sabot placé sous l'armon droit de tous les avant-trains; les avant-trains d'affût portent en outre, sous l'armon gauche, un second sabot avec sa chaîne spéciale; les avant-trains de caisson reçoivent au contraire 4 jeux d'ustensiles de campement suspendus au moyen de sangles à la base supérieure de la galerie qui surmonte le coffre.

Digitized by Google

Caissons. — Les caissons de 9c et de 8c, construits sur le même type (fig. 8), ne diffèrent entre eux que par les dimensions des brancards et des coffres.

La flèche, terminée par un bout de flèche-lunette, est munie de deux poignées recouvertes de cuir, et porte, en dessous, un crochet porte-chaîne d'enrayage fermé par une maille mobile; parmi les ferrures de la voiture, on trouve encore deux crochets porte-sabots; une plaque d'assemblage de devant réunit les brancards. Sous le caisson on place divers armements et rechanges, levier, volée, crics, flambeaux, piquet de retraite; 3 piquets d'attache réunis par une courroie sont fixés à la galerie sur le devant du coffre et 3 autres de même sur le derrière; un prélat en toile imperméable est destiné à préserver de la pluie le fourrage placé sur le coffre.

Munitions (1). — *Gargousses.* — Pour les munitions de guerre, tir de plein fouet ou tir plongeant, les sachets sont en bourre de soie et chargés de poudre de Stein, à gros grains de 6 à 10 millimètres, dont le dosage pour 100 est : 74 de salpêtre, 10 de soufre et 16 de charbon, avec une densité de 1,65. On cherche actuellement à remplacer cette poudre par une autre à grains cubiques de 7 millimètres de côté. On marque le calibre et la charge sur la moitié supérieure de la gargousse, afin de pouvoir encore, en cas de dégradation près de la ligature, utiliser les sachets démolis à la confection des petites charges. Pour la grande charge (*Schusspatrone*), avant de fermer la gargousse, on place une feuille de papier neutre par-dessus la poudre ; pour la petite charge (*Wurfpatrone*), on emploie un tampon lubrifiant en pâte de papier gris ordinaire, d'une hauteur telle que la gargousse finie ait juste la moitié de la hauteur de la grande charge (fig. 9). Pour les tirs d'exercice et de réjouissance (tir en blanc), les gargousses sont confectionnées comme la petite charge, à cette différence

(1) Pour toutes les données numériques, voir les tableaux, pages 535 et suivantes.

Digitized by Google

près que le sachet est en étoffe de laine et la charge en poudre ordinaire.

Avec le canon de montagne, le tir de guerre s'exécute avec des gargousses allongées chargées en poudre fine à canon.

Projectiles. — L'obus segmenté (1) (*Ringhohlgranate*) renferme 12 anneaux de 10 dents chacun pour le calibre de 9c, 10 anneaux de 8 dents pour le calibre de 8c et 6 anneaux seulement pour le calibre de 7c de montagne (fig. 10 et 11).

La monture du projectile de 7c ne comporte que 3 ceintures de cuivre équidistantes. Vers la pointe de l'ogive, outre la marque de fabrique de l'usine qui a livré le projectile, on imprime un petit cercle grâce auquel on distingue l'obus segmenté des obus à simple paroi qui ne doivent être employés que dans les expériences.

Lorsque l'obus fait explosion, les plus gros éclats proviennent des ogives et des culots, qui ne se brisent généralement pas, et peuvent peser jusqu'à 763 et 614 grammes pour les projectiles de campagne.

Le shrapnel est un peu plus court que l'obus et la différence de longueur est rachetée par la plus grande hauteur de la fusée (2); l'ogive est perçée d'un trou de chargement destiné à l'introduction des balles et qu'on ferme au moyen d'une vis quand l'obus est chargé; un autre petit trou taraudé à hauteur de l'œil sert de logement à la vis d'arrêt de la fusée (fig. 12). Le vide intérieur est partagé par un diaphragme de fer forgé en deux chambres : la chambre inférieure, reliée à la fusée par un tube de communication, renferme la charge d'éclatement tandis que la chambre supérieure reçoit les balles; les vides qu'elles laissent entre elles sont remplis avec du soufre. Les parois de cette dernière chambre sont renforcées par des

(1) *Revue d'artillerie*, t. VII, février 1876, p. 473; mars 1876, p. 567. — T. VIII, avril 1876, p. 96.
(2) *Revue d'artillerie*, t. VII, mars 1876, p. 567.

Digitized by Google

nervures qui leur permettent de résister aux efforts des gaz de la pièce, malgré leur faible épaisseur. Les balles, en plomb ordinaire, ne pèsent que 13 grammes; leur diamètre est de 13 millimètres.

L'obus incendiaire (fig. 13) est un obus à simple paroi rempli de composition très-combustible (1); il n'est employé qu'avec les canons de campagne. Une âme ménagée dans la composition (fig. 13) suivant le prolongement de la fusée, est remplie d'une amorce en mèche à étoupilles qui assure l'inflammation; trois trous percés dans l'ogive pour le passage des jets de flamme sont de même amorcés avec de la mèche et bouchés par un mastic à la cire recouvert de rondelles de papier et de toile.

La boîte à mitraille se compose d'un corps, d'un couvercle, d'un culot évidé muni d'une poignée et d'un diaphragme (*Zwischenboden*) placé sous le culot; toutes ces parties sont en zinc laminé, sauf le culot qui est en zinc coulé (2); une gorge fixe le culot, qui est en outre, ainsi que le couvercle, maintenu par les franges rabattues du corps de boîte. Un cordon saillant vers le milieu de la longueur sert à arrêter la boîte dans l'âme de la pièce au point convenable. Les balles sont en alliage dur de plomb et d'antimoine, de manière à ne pas se déformer dans le tir; elles ont 20 millimètres de diamètre et pèsent 45^{gr},5; les interstices sont remplis avec du soufre.

Fusées. — L'obus segmenté et l'obus incendiaire sont armés de la fusée percutante Kreutz (3).

La fusée des shrapnels est au contraire une fusée fusante à cadran, s'enflammant par le choc au départ (*Perkussions-Ringzünder*). Le corps de fusée (fig. 15) comprend une chambre à poudre inférieure mise en communication avec l'orifice d'inflammation au moyen d'un canal oblique, et une chambre supérieure renfermant le mécanisme per-

(1) *Revue d'artillerie*, t. XI, novembre 1877, p. 186.
(2) *Id.*, t. VII, mars 1876, p. 567.
(3) *Id.*, t. VII, mars 1876, p. 567, et t. X, septembre 1877, p. 558.

Digitized by Google

cutant; le disque à composition porte sur sa face supérieure deux tenons qui pénètrent dans les mortaises correspondantes de la plaque de recouvrement placée par-dessus et munie de deux entailles pour donner prise à la clef de réglage; un écrou de serrage assure le contact de la plaque et du disque dont le pourtour porte la graduation *en pas* étendue jusqu'à 3 000 pas (2 250 mètres); un trait de repère rouge sur le corps de la fusée indique le point où aboutit le canal de la chambre à poudre.

L'organisation de ces diverses parties est d'ailleurs presque identiquement celle de la fusée allemande (1). La fusée autrichienne se distingue surtout de cette dernière par la disposition du mécanisme percutant : celui-ci se compose de l'aiguille fixée au fond de la chambre et du percuteur en laiton portant l'amorce, logé à la partie supérieure dans une gaîne de sûreté en cuivre où il est introduit à frottement et maintenu par deux oreilles repliées. Pour prévenir tout accident, le percuteur est en outre relié à l'écrou de serrage par une goupille de sûreté qu'on enlève au moment du tir; la chute accidentelle de cette goupille est empêchée par un anneau mobile qu'elle porte et qu'on passe sur la tête de l'écrou. Afin d'assurer la conservation de la fusée, on la coiffe d'un disque de papier et d'un disque de toile maintenu par un ruban de fil et on la plonge dans un bain de poix.

Tir. — Toutes les données relatives à l'efficacité du tir des divers projectiles ont été déjà résumées dans divers articles précédents (2). Il convient d'ajouter seulement les renseignements ci-dessous : avec l'obus segmenté, on doit s'efforcer d'amener le point de chute entre 20 et 40 mètres en avant du but pour les petites distances, jusqu'à 1 500 pas (1 125 mètres) et entre 10 et 20 mètres pour les grandes jusqu'à 3 000 pas (2 250 mètres), qu'on regarde

(1) *Revue d'artillerie*, t. IX, décembre 1876, p. 246.
(2) *Id.*, t. VII, p. 319 et 572. — T. VIII, p. 261 et 362. — T. IX, p. 763. — T. X, p. 369 et suivantes, 439 et suivantes.

Digitized by Google

comme la limite réglementaire du tir ordinaire de campagne, bien que les deux calibres puissent être employés jusqu'à 6 000 pas (4 500 mètres). Au delà de 3 000 pas, on ne doit tirer que sur des masses de troupes, sur des rassemblements nombreux de pièces ou de voitures, en un mot sur un but présentant une grande étendue.

Avec le canon de montagne, il faut amener le point de chute à 15 mètres environ en avant du but; on admet pour le tir la limite de 2 500 pas (1 875 mètres). Dans tous les cas, pour le tir de plein fouet, l'instruction pose cette règle que le feu doit être conduit de façon qu'on observe comme courts 1/3 au moins et 3/4 au plus des coups tirés.

Le tir plongeant s'emploie de 600 à 2 500 pas (450 à 1 900 mètres) contre des buts couverts; au delà de 2 500 pas, la trajectoire de plein fouet est déjà assez courbe pour permettre d'atteindre le but derrière un abri. Les limites du tir plongeant sont 500 et 2 000 pas (380 et 1 500 mètres) pour le canon de montagne.

Les shrapnels de campagne sont efficaces contre les troupes découvertes, de 600 à 3 000 pas (450 à 2 300 mètres); si les troupes sont couvertes, on ne peut employer le tir à shrapnels qu'à partir de 1 500 pas (1 125 mètres). Dans les établissements, tous les shrapnels sont réglés d'avance pour la distance de 600 pas (450 mètres); si donc l'on a à faire un feu rapide à petite distance, on peut employer les shrapnels sans autre réglage préalable et obtenir encore des résultats satisfaisants jusqu'à 1 000 pas (750 mètres) avec les deux calibres de campagne, et même jusqu'à 1 200 pas (900 mètres) avec le 9c. Avec le canon de montagne, la fusée, réglée d'avance à 500 pas (380 mètres), donne des résultats satisfaisants encore à 200 pas au delà, mais à peu près nuls à 800 pas (600 mètres).

On admet, comme règle mnémonique que, dans le tir ordinaire, l'intervalle d'éclatement doit être de 100 mètres pour les canons de campagne et de 75 mètres pour le canon de montagne, la hauteur d'éclatement étant égale à autant

Digitized by Google

de fois 1/3 de mètre que la distance contient de centaines de pas.

On a recours au tir plongeant pour lancer les obus incendiaires contre les buts peu résistants de 500 à 2 500 pas (450 à 1 900 mètres)(1) : aux distances supérieures, et si les buts sont résistants, on tire ces projectiles de plein fouet.

Le tir à mitraille des canons de campagne est efficace jusqu'à 700 pas (530 mètres) avec le 9c et à 600 pas (450 mètres) avec le 8c. Les renseignements font défaut pour le canon de montagne.

Armements, assortiments et outillage. — Chaque bouche à feu est munie d'un tampon en bois pour la bouche, d'une coiffe en cuir fixée par des crochets et une courroie sur le cadre qui prolonge à droite le logement du coin, et d'un couvre-culasse en toile imperméable ; elle est en outre accompagnée de son carnet de tir qui contient son signalement et où l'on inscrit les coups tirés avec indication de la charge et du genre de projectiles employés. La batterie est pourvue de jumelles et de tables de tir : elle transporte les outils des ouvriers et le matériel de campement des hommes et des chevaux; le seau d'abreuvoir est en toile.

La plupart des armements et accessoires sont suffisamment définis par la nomenclature même donnée plus loin à propos du chargement des coffres : il suffit d'ajouter quelques mots sur certains d'entre eux qui présentent des dispositions particulières ou sont spéciaux à l'artillerie autrichienne.

L'*écouvillon* (fig. 16), disposé pour être suspendu sous le timon de l'avant-train, est muni d'une brosse en fibres de piaçava, les soies de sanglier étant trop rapidement mises hors de service par l'emploi de l'eau de savon pour les lavages fréquents de la pièce.

Le *déchargeoir,* petit cylindre en bois présentant sur une

(1) *Revue d'artillerie,* t. X, p. 442, et t. XI, p. 186.

Digitized by Google

de ses bases une cavité pour loger la fusée, sert à retirer le projectile déjà placé dans l'âme; on l'introduit par la bouche.

L'*extracteur* (fig. 17), sorte de pince en fer avec rouleau d'appui pour sortir l'anneau Broadwell de son logement.

Le *niveau de pointage* (fig. 18) se compose du niveau avec vernier, mobile sur un triangle rectangle en laiton, dont les deux côtés de l'angle droit sont munis d'embases qui en forment les surfaces d'appui; le tube se fixe à la position voulue au moyen d'une vis de pression passée dans une glissière concentrique au pivot. Le cercle gradué est divisé en degrés, et, sur le vernier, l'intervalle qui correspond à 5 degrés est partagé en six parties égales; l'instrument permet donc de mesurer des angles variant de 10 en 10 minutes, puisque chaque division du cercle correspond à 60 minutes, et chaque division du vernier à 50 minutes seulement.

Parmi les accessoires, on citera seulement les *patins à glace*, cadres rectangulaires en fer avec crampon, qu'on place sous les roues pour enrayer quand le sabot est insuffisant et que l'état du sol rend cette précaution nécessaire.

Chargement des coffres. — Les munitions ainsi que les principaux assortiments et rechanges sont contenues dans des caisses en bois dont chacune occupe l'un des compartiments des coffres. Les armements indispensables pour le service de la pièce sont renfermés dans le coffret de flèche.

Les caisses se distinguent en caisses à projectiles marquées 9c ou 8c, H., S., ou B. (*Hohlgeschosse, Shrapnels, Brandgeschosse*), suivant la nature des projectiles qu'elles renferment, caisse à mitraille et à charge marquées 9c ou 8c K. (*Kartätschen*), caisses à charges, caisse d'outillage et caisse d'outillage de réserve.

La caisse à projectiles contient, suivant le calibre, 5 ou 6 projectiles couchés sur deux tasseaux de fond avec garniture de caoutchouc et maintenus par des tasseaux mobiles fixés au couvercle.

La caisse à mitraille (fig. 20) n'a pas de couvercle; elle

Digitized by Google

est partagée en deux cases renfermant, l'une 2 boîtes à mitraille, et l'autre 6 ou 8 charges, suivant le calibre. La case des boîtes à mitraille présente deux logements cylindriques garnis de bandes de feutre et de cuir, dans lesquelles les boîtes sont maintenues par des courroies ; une autre courroie, placée vers le milieu, embrasse les deux boîtes et sert à les soulever pour les prendre plus commodément.

La caisse à charges est sans couvercle pour l'avant-train et avec couvercle pour le caisson ; elle peut être garnie avec de grandes charges, avec de petites charges ou même avec les deux à la fois, deux petites charges tenant la place d'une grande. Les charges, 10 ou 12 grandes, suivant le calibre sont placées sur deux couches étoupées aux extrémités.

La caisse d'outillage n'a pas de couvercle, tandis que la caisse d'outillage de réserve, qui est de capacité double, en a un.

Coffre d'avant-train. — Le chargement du coffre d'avant-train (1) est le suivant :

	CALIBRE DE 9c.		CALIBRE DE 8c.	
Obus segmentés	20	34	24	40
Shrapnels.	10		12	
Boîtes à mitraille.	4		4	
Grandes charges		32		40

K	Grandes charges.	Grandes charges.	K
Outillage n° 1.	H	H	Outillage n° 2.
H	S	S	H

Dans la caisse d'outillage de gauche (n° 1) on place : 1 burette à huile en tôle avec bouchon à pinceau, conte-

(1) *Revue d'artillerie*, t. VIII, juillet 1876, p. 327.

Digitized by Google

nant 1/2 kil. d'huile, — 1 sac à charges, — 1 boîte d'étoupilles contenant 100 étoupilles, — 1 clef à régler les fusées et un couteau de poche avec leurs cordons de suspension, — 1 refouloir court, — 1 boîte de tôle avec 1/2 kil. de suif et de savon, — 1/4 kil. de chiffons, — 1/4 kil. d'étoupes.

La caisse d'outillage de droite (n° 2) reçoit : 1 plaque d'appui, 1 anneau Broadwell, 1 guidon, 1 vis supérieure et 1 vis inférieure de hausse de rechange dans un étui, — 1 hausse avec sa vis supérieure, — 1 niveau de pointage dans son étui et un carnet de tir aux avant-trains de pièce seulement, — 1 table de tir, — 2 clefs à écrous, dont une grande et une petite, — 1/4 kil. de chiffons, — 1/4 kil. d'étoupes, — 1 morceau de toile de 0m,8 de long.

Coffret de flèche. — Le coffret contient : 1 manchette pour le pointeur, — 1 repoussoir pour le grain de lumière, — 1 marteau, — 1 déchargeoir, — 1 extracteur, — 2 dégorgeoirs, dont 1 à vrille, — 1 tire-charge, simple crochet en laiton, — 1 clou à enclouer en acier, — 1 tournevis, — 1 clef de guidon, — 1 sac à étoupilles avec ceinture, — 2 tire-feu.

Coffre d'arrière-train de caisson. — Dans le coffre d'arrière-train, deux des cases voisines d'un bout du coffre sont réunies pour recevoir l'outillage de réserve; les 10 autres cases reçoivent des munitions. Le coffre contient, suivant le calibre :

		9c.		8c.	
Obus segmentés	45	60		54	72
Shrapnels	10			12	
Obus incendiaires	5			6	
Grandes charges		64			72
Petites charges		32			38
Soit pour la pièce de son caisson :					
Projectiles		128			152
Grandes charges		128			152
Petites charges		32			38

Digitized by Google

COMPARTIMENT DE DEVANT.

Grandes charges.	Grandes et petites charges.	Petites charges.	Grandes charges
Outillage de réserve n° 2.	H	B	H
	H	H	H

COMPARTIMENT DE DERRIÈRE.

Grandes charges.	Grandes charges.	Grandes charges.	Grandes charges.
Outillage de réserve n° 1.	H	H	H
	S	S	H

La caisse d'outillage de réserve n° 1 (compartiment de derrière) contient, pour tous les caissons : 1 grande boîte de tôle avec 1 kil. de savon fin et 1 kil. de suif, — 1 autre boîte avec 2 kil. de savon gras, contenant en outre, dans les 1er et 5e caissons, $0^k,25$ de sel ammoniac et $0^k,15$ de colophane en morceaux enveloppés dans des chiffons de toile, — 1 bouteille de 2 kil. d'huile d'olive, — 1 burette de 1/2 kil. d'huile d'olive, — 2 brosses, — 1 esse avec 2 lanières, — 4 goupilles à écrou, — 1 kil. de chiffons, — 1 kil. d'étoupes, — 2 morceaux de toile de $0^m,8$ de long, — 1 sac à étoupilles avec ceinture dans les 1er et 5e caissons.

La caisse de réserve du compartiment de devant renferme, pour tous les caissons : 1 seau spécial en tôle pour l'eau de savon, et en outre, comme caisse n° 2, dans les 1er et 5e caissons : 1 jeu d'outils de serrurier; — comme caisse n° 3, dans les 2e et 6e caissons : 1 jeu de pièce de rechange pour la bouche à feu et le système de culasse ; — comme caisse n° 4, dans les 3e et 7e caissons, 48 fers et 1 000 clous à cheval ; dans les 4e et 8e caissons, 1/2 jeu de boulons et 1/2 jeu de rivets de rechange.

Caisses à munitions de montagne. — Les armements, les accessoires et l'outillage sont en général semblables à ceux des canons de campagne ; il faut cependant y ajouter un levier-portereau de $0^m,8$ de long.

La caisse à munitions renferme 8 coups ; 2 caisses forment le chargement d'un mulet.

Les détails font défaut.

Les tableaux suivants résument les principales données relatives au matériel autrichien.

Digitized by Google

TABLEAU I. — **Approvisionnement des batteries de campagne en munitions.**

	CANON DE 9c.								CANON DE 8c.							
	CHARGES.								CHARGES.							
	Grandes.	Petites.	Obus.	Shrapnels.	Obus incendiaires.	Boîtes à mitraille.	Étouppilles.	Nombre de coups.	Grandes.	Petites.	Obus.	Shrapnels.	Obus incendiaires.	Boîtes à mitraille.	Étouppilles.	Nombre de coups.
Avant-train de pièce	32	—	20	10	—	4	100	84	40	—	24	12	—	4	100	40
Avant-train de caisson	32	—	20	10	—	4	100	84	40	—	24	12	—	4	100	40
Arrière-train de caisson	64	32	45	10	5	—	—	60	72	36	51	12	6	—	—	72
Total par pièce	128	32	85	30	5	8	200	128	152	36	102	36	6	8	200	152
Proportion pour 100 des divers projectiles	»	»	66	24	4	6	»	»	»	»	67	24	4	5	»	»
Soit, pour les batteries, un approvisionnement total de :																
Batteries montées	1 024	256	680	240	40	64	1 600	1 024	1 216	304	816	288	48	64	1 600	1 216
Batteries à cheval	—	—	—	—	—	—	—	—	912	228	612	216	36	48	1 200	912

Digitized by Google

Tableau II. — Données principales des bouches à feu, affûts et caissons, modèle 1875.

		Canons de campagne. 9c.	Canons de campagne. 8c.	Canons de montagne 7c.
BOUCHE A FEU.				
Longueur — Ca-gueur libre — sur les cloisons. . . .	millimètres.	87	75	66
Longueur — Ca-gueur libre — dans la chambre — du projectile.	—	91	79	70
Longueur — Ca-gueur libre — dans la chambre — de la charge.	—	98	85	
Longueur — totale	—	2 060	1 950	1 000
Longueur — de la partie rayée. . .	—	1 460	1 425	605
Longueur — de la ligne de mire — médiane. .	—	—	—	955
Longueur — de la ligne de mire — latérale . .	—	1 000	1 000	460
Rayures. — Nombre		24	24	18
Rayures. — Profondeur.	millimètres.	1,25	1,25	1,25
Rayures. — Largeur	—	8,1	7	8,5
Rayures. — Largeur des cloisons .	—	3	2,8	3
Rayures. — Pas en calibre	—	45	45	30
Angle de l'hélice avec la génératrice	degrés.	4°	4°	5° 58′ 50″
Poids avec la fermeture de culasse	kil.	437	299	89,4
Prépondérance à la tranche de culasse	—	47	37	22,7
AFFUT.				
Angle de recul (1)	degrés.	30 1/2	30 1/2	34 1/2
Limites du champ de tir vertical	—	+ 24	+ 22	+ 21
Limites du champ de tir vertical	—	— 10	— 10	— 10
Angle du tournant.	—	43	45	—
Hauteur de l'axe des tourillons	millimètres.	1 150	1 085	650
Longueur totale de l'extrémité du timon à la tranche de la bouche	—	8 800	8 600	—
Poids de l'affût avec la bouche à feu et les armements. . .	kil.	1 035	766	193,8
Pression de la crosse sur le sol, l'axe de la pièce horizontal.	—	99,5	91	32,3
Poids de l'avant-train chargé en guerre, avec la volée . .	—	862	786	—
Poids du système complet, avec 5 servants à 73 kil. l'un. . .	—	2 282	1 917	—
Poids par cheval, avec les 5 servants.	—	380	319,5	—
CAISSON.				
Angle du tournant.	degrés.	45	45	—
Longueur totale de l'extrémité du timon à la poignée du frein	millimètres.	7 900	7,900	—
Poids du caisson, avant et arrière-trains chargés en guerre, avec la volée et 3 servants	kil.	2 305	2 044	—
Poids par cheval, avec les 3 servants	—	384	340,6	—
Roues — Poids.	—	68 (2)	68	20,3
Roues — Diamètre.	millimètres.	1 370	1 370	950
Voie des voitures	—	1 530	1 530	700

(1) On désigne, sous ce nom, l'angle que fait avec l'horizon la droite qui joint le centre de l'axe des tourillons au point du contact de la crosse avec le sol.
(2) Il n'y a d'exception que pour la roue d'affût de 9c qui pèse 74 kil.

Digitized by Google

TABLEAU III. — **Données principales des munitions, modèle 1875.**

		CANONS DE CAMPAGNE DE 9c.				CANONS DE CAMPAGNE DE 8c.				CANONS de montagne de 7c.		
		Obus.	Shrapnels.	Obus incend.	Boîte à mitrail.	Obus.	Shrapnels.	Obus incend.	Boîte à mitrail.	Obus.	Shrapnels.	Boîte à mitrail.
Calibre (1)	millimètres.	87	87	87	87	75	75	75	75	66	66	66
Longueur en calibres		2,5	2,5	2,5	—	2,5	2,5	2,5	—	2,5	2,5	—
Charge d'éclatement	grammes.	200 (a)	85 (b)	—	—	100 (a)	45 (b)	—	—	80 (a)	40 (b)	—
Nombre de balles		—	165 (c)	—	120 (d)	—	105 (c)	—	72 (d)	—	58 (c)	48 (d)
Poids d'une balle	grammes.	—	13	—	45,5	—	13	—	45,5	—	13	45,5
Poids du projectile complet	kil.	6,39	7,08	6,07	7,49	4,3	4,66	3,61	4,72	2,91	3,12	3,15
Poids par centimètre carré de section	grammes.	107,6	119	—	—	97,3	106	—	—	85	91	—
Charge — grande pour le tir de plein fouet	kil.	1,5	1,5	1,5	1,5	0,95	0,95	0,95	0,95	0,35	0,35	0,35
Charge — petite pour le tir plongeant	—	0,42	—	0,42	—	0,30	—	0,30	—	0,16	—	—
Rapport du poids de la charge à celui du projectile dans le tir avec la — grande charge		0,223	0,212	—	—	0,224	0,203	—	—	0,12	0,11	—
Rapport du poids de la charge à celui du projectile dans le tir avec la — petite charge		0,065	—	—	—	0,07	—	—	—	0,05	—	—
Vitesse initiale avec la — grande charge	mètres.	448,4	429,7	—	—	422,5	408,9	—	—	298,3	288,8	—
Vitesse initiale avec la — petite charge	—	190,9	—	—	—	192,3	—	—	—	184,5	—	—
Portée maxima à laquelle on peut pointer avec la hausse, pour le tir avec la — grande charge	pas.	6 000	3 000	6 000	700	6 000	3 000	6 000	600	4 000	2 500	500
Portée maxima à laquelle on peut pointer avec la hausse, pour le tir avec la — petite charge	—	2 500	—	2 500	—	2 500	—	2 500	—	2 000	—	—
Nombre des éclats meurtriers y compris les balles		119	186	—	—	81	124	—	—	62	73	—
Portée maxima des ogives et culots au delà du point d'éclatement	pas.	1 500	900	—	—	1 300	700	—	—	1 300	—	—
Limite de dispersion des éclats et des balles aux petites distances — longueur	—	700	900 à 1 000	—	—	700	900 à 1 000	—	—	600	600	—
Limite de dispersion des éclats et des balles aux petites distances — largeur	—	400	200	—	—	400	190	—	—	150	160	—
Limite de dispersion des éclats et des balles aux grandes distances — longueur	—	500	900 à 1 000	—	—	500	900 à 1 000	—	—	300	600	—
Limite de dispersion des éclats et des balles aux grandes distances — largeur	—	300	280	—	—	300	230	—	—	250	160	—

(1) Ces nombres donnés par les documents consultés sont évidemment trop forts.
(a) Poudre à canon. — (b) Poudre à mousquet. — (c) En plomb. — (d) En alliage de plomb et d'antimoine.

Digitized by Google

Tableau IV. — Tables de tir du canon de 9e de campagne, modèle 1875.

Distance en centaines de pas.	Tir a obus (H. S.). $V_0 = 448^m,4$.					Tir a shrapnels (S. S.). $V_0 = 429^m,7$.		Tir plongeant (H. W.). $V_0 = 190^m,9$.			
	Angle de tir.	Zone comprenant 50 p. 100 des coups. Longueur.	Largeur.	Hauteur.	Zone dangereuse pour un but de 1 mètre de haut.	Angle de tir.	Hauteur d'éclatement pour un intervalle de 100 pas.	Angle de tir.	Zone comprenant 50 p. 100 des coups. Longueur	Largeur.	Espace couvert par un obstacle de 1 mètre de haut.
	° ′	pas	mètres	mètr.	pas	° ′	mètres	° ′	pas	mètr.	pas
6	0 35	20	0,2	0,2	97	0 38	2,0	3 25	18	0,4	20
8	0 51	20	0,3	0,3	68	0 55	2,4	4 43	23	0,5	15
10	1 9	20	0,4	0,4	50	1 13	2,8	6 4	29	0,7	11
12	1 28	20	0,6	0,5	40	1 32	3,4	7 29	34	0,9	10
14	1 48	20	0,7	0,6	32	1 53	3,9	8 58	38	1,1	8
16	2 9	20	0,9	0,8	27	2 14	4,6	10 31	43	1,3	6
18	2 31	21	1,1	0,9	22	2 36	5,2	12 9	47	1,6	5
20	2 54	22	1,3	1,1	19	3 0	5,9	13 54	51	1,9	5
22	3 19	22	1,6	1,3	17	3 24	6,7	15 46	54	2,3	4
24	3 45	23	1,9	1,6	15	3 50	7,5	17 47	57	2,7	4
25	—	—	—	—	—	—	—	18 52	58	2,9	3
26	4 11	24	2,2	1,9	13	4 16	8,7	—	—	—	—
28	4 39	26	2,6	2,2	12	4 44	9,3	—	—	—	—
30	5 9	28	3,0	2,6	10	5 13	10,2	—	—	—	—
35	6 27	33	4,3	4,0	8						
40	7 54	39	5,9	—	6						
45	9 29	48	7,7	—	5						
50	11 13	57	9,7	—	4						
55	13 7	67	11,6	—	4						
60	15 12	77	13,7	—	3						

Vitesses restantes dans le tir de plein fouet a obus.

364 mètres à 800 pas.
347 — à 1 000 —
294 — à 2 000 —
260 — à 3 000 —

Digitized by Google

Tableau V. — Tables de tir du canon de 8c de campagne, modèle 1875.

Distance en centaines de pas.	Tir a obus (H. S.). $V_0 = 422^m,5$.					Tir a shrapnels (S. S.). $V_0 = 408^m,9$.		Tir plongeant (H. W.). $V_0 = 192^m,3$.			
	Angle de tir.	Zone comprenant 50 p. 100 des coups. Longueur.	Largeur.	Hauteur.	Zone dangereuse pour un but de 1 mètre de haut.	Angle de tir.	Hauteur d'éclatement pour un intervalle de 100 pas.	Angle de tir.	Zone comprenant 50 p. 100 des coups. Longueur	Largeur.	Espace couvert par un obstacle de 1 mètre de haut.
	° ′	pas	mètres	mètr.	pas	° ′	mètres	° ′	pas	mètr.	pas
6	0 40	17	0,2	0,2	86	0 43	2,0	3 20	21	0,4	20
8	0 59	17	0,4	0,3	60	1 2	2,5	4 38	27	0,5	15
10	1 18	16	0,5	0,4	45	1 22	3,1	6 0	34	0,7	11
12	1 39	16	0,7	0,5	35	1 44	3,6	7 25	40	0,9	9
14	2 2	16	0,9	0,6	29	2 6	4,3	8 54	46	1,1	7
16	2 25	16	1,1	0,7	24	2 30	5,0	10 29	51	1,3	6
18	2 50	16	1,3	0,8	20	2 55	5,7	12 9	57	1,6	5
20	3 16	17	1,6	1,0	17	3 21	6,5	13 56	62	1,9	4
22	3 44	17	1,8	1,2	15	3 49	7,4	15 52	66	2,3	4
24	4 13	18	2,1	1,4	13	4 17	8,3	17 57	71	2,7	3
25	—	—	—	—	—	—	—	19 5	74	2,9	3
26	4 43	19	2,5	1,7	12	4 47	9,3	—	—	—	—
28	5 14	21	2,9	2,0	10	5 18	10,3	—	—	—	—
30	5 47	23	3,3	2,5	9	5 51	11,3	—	—	—	—
35	7 15	29	4,6	4,0	7						
40	8 52	37	6,2	—	6						
45	10 39	47	8,1	—	5						
50	12 36	58	10,1	—	4						
55	14 46	72	12,3	—	3						
60	17 10	87	14,9	—	3						

Vitesses restantes dans le tir de plein fouet.

346 mètres à 800 pas.
328 — à 1 000 —
278 — à 2 000 —
246 — à 3 000 —

Digitized by Google

TABLEAU VI. — **Efficacité du tir des canons de campagne contre des panneaux de 2m,70 de haut et de 36 mètres de long, placés à 20 mètres l'un derrière l'autre, chaque panneau partagé en 60 files.**

TIR A OBUS (H. S.).

NOMBRE D'ÉCLATS DANS LE														Total.	Nombre de files atteintes.	OBSERVATIONS.
1er panneau.		2e panneau.		3e panneau.		4e panneau.		5e panneau.		6e panneau.		7e panneau.				
Trous.	Empreintes.	Trous.	Empreintes.	Trous.	Empreintes.	Trous.	Empreintes.	Trous.	Empreintes.	Trous.	Empreintes.	Trous.	Empreintes.			
5 0000 pas (3 800m). — 7 panneaux. — 40 obus de 9c.																Tir exécuté par une demi-batterie de 4 pièces, et corrigé d'après les observations faites de la batterie même, de façon à s'efforcer d'amener le point de chute moyen entre le 3e et le 4e panneau pour la distance de 5 000 pas et au pied du 1er panneau pour les autres distances.
24	36	80	75	222	189	149	233	179	196	75	100	23	43	1 629	310	
5 000 pas (3 800m). — 7 panneaux. — 40 obus de 8c.																
4	13	19	47	54	58	117	119	48	86	18	28	3	6	620	206	
3 000 pas (2 300m). — 3 panneaux. — 20 obus de 9c.																
397	109	299	203	279	155	—	—	—	—	—	—	—	—	1 442	148	
3 000 pas (2 300m). — 3 panneaux. — 40 obus de 8c.																
531	154	280	279	149	185	—	—	—	—	—	—	—	—	1 578	165	
2 000 pas (1 500m). — 3 panneaux. — 20 obus de 9c																N. B. — On a compris dans les colonnes intitulées *Empreintes* les éclats qui sont restés fichés dans les panneaux.
419	42	325	246	389	225	—	—	—	—	—	—	—	—	2 146	145	
2 000 pas (1 500m). — 3 panneaux. — 20 obus de 8c.																
516	94	487	132	103	107	—	—	—	—	—	—	—	—	1 483	149	

Les résultats indiqués pour le canon de 9c sont ceux du tir exécuté au Steinfeld, devant l'empereur, le 18 novembre 1875 (*Revue d'artillerie*, t. VII, mars 1876, page 572). On les a reproduits pour faciliter la comparaison avec les résultats du tir du canon de 8c.

Digitized by Google

Tableau VII. — Efficacité du tir des canons de campagne contre 3 panneaux de 2m,70 de haut et de 36 mètres de long placés à 20mètres l'un derrière l'autre, chaque panneau partagé en 60 files.

Nombre d'atteintes dans le 1er panneau. Éclats. Trous.	1er panneau. Éclats. Empreintes.	1er panneau. Balles. Trous.	1er panneau. Balles. Empreintes.	2e panneau. Éclats. Trous.	2e panneau. Éclats. Empreintes.	2e panneau. Balles. Trous.	2e panneau. Balles. Empreintes.	3e panneau. Éclats. Trous.	3e panneau. Éclats. Empreintes.	3e panneau. Balles. Trous.	3e panneau. Balles. Empreintes.	Total.	Nombre de files atteintes.
Tir a shrapnels a 2 000 pas (1 500m).													
20 shrapnels de 9c.													
92	16	904	141	109	37	876	188	69	23	550	159	3 164	179
20 shrapnels de 8c.													
40	8	219	31	30	13	296	75	49	12	514	104	1 391	172
Tir a mitraille a 600 pas (450m).													
16 coups de 9c.													
—	—	257	65	—	—	175	74	—	—	120	56	747	176
16 coups de 8c.													
—	—	152	46	—	—	116	39	—	—	82	33	468	165

Observation. — Tirs exécutés par une demi-batterie de 4 pièces.

N. B. On a compris dans les colonnes intitulées *Empreintes* les éclats et les balles qui sont restés fichés dans les panneaux.

Les résultats indiqués pour le canon de 9c sont ceux du tir exécuté, au Steinfeld, devant l'empereur, le 18 novembre 1875 (*Revue d'artillerie*, t. VII, mars 1876, page 573). On les a reproduits pour faciliter la comparaison avec les résultats du tir du canon de 8c.

Tableau VIII. — Tables de tir du canon de 7c de montagne modèle 1875.

Tir a obus (H. S.). $V_0 = 298^m,3$. Distance en centaines de pas.	Angle de tir.	Zones comprenant 50 p. 100 des coups. Longueur.	Largeur.	Hauteur.	Zone dangereuse pour un but de 1m de haut.	Tir plongeant (H. W.) $V_0 = 184^m,5$. Distance en centaines de pas.	Angle de tir.	Zone comprenant 50 p. 100 des coups. Longueur.	Largeur.	Espace couvert par un obstacle de 1m de haut.
	° ′	pas.	mètr.	mètr.	pas.		° ′	pas.	mètr.	pas.
8	1 41	20	0,4	0,6	35	6	3 34	17	0,6	18
12	2 52	24	0,7	1,1	21	10	6 31	20	1,2	10
20	5 36	36	1,6	3,5	10	16	11 35	28	2,1	5
26	8 7	47	2,9	—	7	20	15 36	34	2,9	4
30	10 7	56	4,2	—	5	Vitesse restante dans le tir de plein fouet : 226m,5 à 1 500 pas.				
40	16 56	84	9,9	—	3					

Digitized by Google

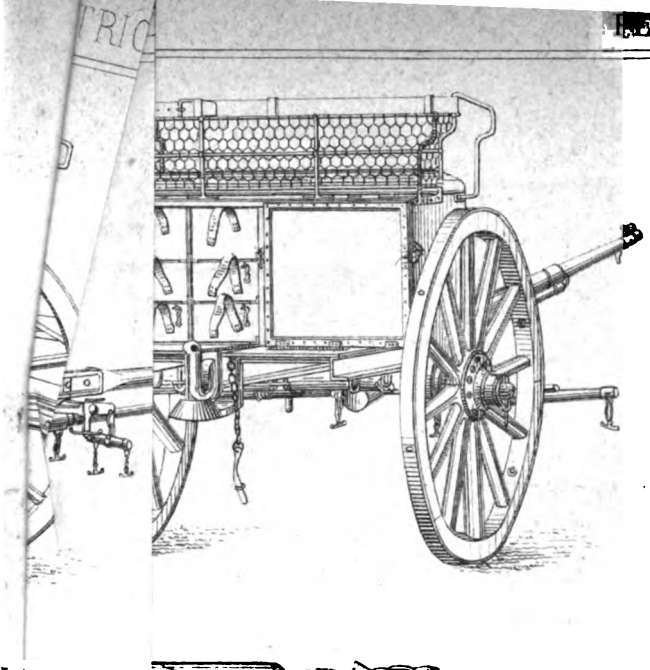
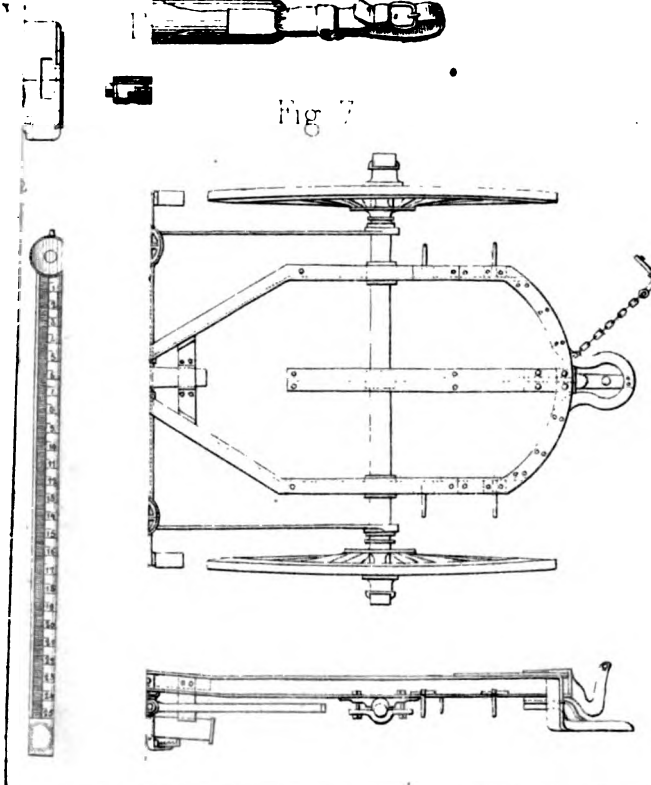


Fig. 7



Digitized by Google

Digitized by Google

Efficacité du tir du canon de montagne.

Distances en mètres.	Distances en pas.	Réglage de la fusée en degrés de son échelle.	Nombre de coups.	Angle de tir.	Distance moyenne du point de chute au 1er panneau. Devant.	Distance moyenne du point de chute au 1er panneau. Derrière.	Éclatement. Intervalle en mètres.	Éclatement. Hauteur en mètres.	Nombre d'atteintes par coup. 1er panneau. Balles.	1er panneau. Éclats.	2e panneau. Balles.	2e panneau. Éclats.	3e panneau. Balles.	3e panneau. Éclats.	4e panneau. Balles.	4e panneau. Éclats.	Éclats morts p. 100.	Nombre de tirs atteints par coup (1).
I. — Tir de plein fouet contre 8 panneaux de 2m,70 de haut et de 36m de long placés à 20m l'un derrière l'autre, chaque panneau partagé en 60 files.																		
1° Tir à obus. — $V_0 = 298^m,3$.																		
760	1 000	—	7	2° 8′	7m,7	—	—	—	—	40,5	—	12,3	—	3,8	—	56,7	20,4	19
1 500	2 000	—	20	5 49	10 ,2	—	—	—	—	20,1	—	11,5	—	2,0	—	33,6	33,0	21
2° Tir à shrapnels. — $V_0 = 288^m,8$.																		
380	500	30°	8	1 4	—	—	38m,5	3m,5	25,3	7,7	25,2	6,1	14,8	2,9	65,3	17,0	—	36
530	700	30 (a)	3	1 41	—	—	203 ,0	7 ,3	14,0	3,0	9,3	2,0	8,1	1,7	31,4	6,7	—	32
600	800	30 (a)	2	2	—	—	355 ,0	10 ,5	5,5	—	3,5	2,5	1,5	0,5	10,5	3,0	—	12
760	1 000	71	9	2 26	—	—	97 ,2	6 ,2	24,3	6,5	19,7	3,9	12,2	1,2	56,2	11,6	—	36
1 140	1 500	—	5	4 4	—	—	87 ,8	8 ,6	21,6	6,8	18,8	3,2	12,4	1,2	52,8	11,2	—	33
1 500	2 000	—	8	6 4	—	—	76 ,4	10 ,4	19,6	2,8	16,2	4,1	14,9	2,0	50,7	8,9	—	27
1 900	2 500	243	3	8 26	—	—	119 ,3	20 ,8	15,4	2,0	9,6	0,6	6,9	1,0	31,9	3,6	—	25
II. — Tir plongeant a obus contre 3 panneaux de 1m,8 de haut et de 16m de long, placés a 5m,3 l'un derrière l'autre, et a 3m,8 derrière un épaulement de 2m,35 de haut, chaque panneau partagé en 27 files.																		
760	1 000	—	10	6 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	100	—
1 140	1 500	—	9	11	—	—	—	—	—	—	—	0,3	—	4,4	—	16,0	42,5	5
1 500	2 000	—	5	16 11	—	—	—	—	—	—	—	0,2	—	0,4	—	0,6	100	2

(1) Les données de cette colonne ne sont pas comparables à celles de la colonne correspondante du tir de campagne où les résultats sont comptés pour l'ensemble du tir.
(a) Fusée réglée d'avance (*Vortempirte*) pour la distance trop courte de 500 pas.

A. Jouart,
Chef d'escadron d'artillerie,
Aide de camp du général de Fénelon.

Digitized by Google

L'ARTILLERIE

A L'EXPOSITION DE 1878 (1).

MÉTALLURGIE FRANÇAISE.

De toutes les industries métallurgiques, celle qui intéresse le plus particulièrement l'artillerie est actuellement, sans contredit, celle du fer. Le fer et ses composés, fontes et aciers, ont en effet, depuis quelques années, remplacé le bois et la pierre, non-seulement dans les constructions, mais aussi pour la fabrication de presque tout le matériel de guerre, et ont enfin supplanté le bronze comme métal à canon.

Il y a donc un intérêt capital, au point de vue de la défense du pays, à ce que la France s'affranchisse à cet égard de tout tribut à l'étranger.

Le sol de la France (2), et spécialement le bassin de la Loire, est assez riche en minerais pour que, malgré leur faible teneur, la fabrication du fer s'y soit développée rapidement. Toutefois, les usines françaises ont eu de nombreuses crises à traverser : l'exploitation de minerais de qualité supérieure et de procédés plus économiques chez les nations voisines, le traité de commerce de 1860 qui ouvrait la France aux produits étrangers, la substitution graduelle de l'acier au fer surtout dans le matériel des chemins de fer, les ont forcées non-seulement à changer complétement leur outillage, mais encore à chercher au loin des matières premières qui leur permissent de fabri-

(1) Voir *Revue d'artillerie*, juin 1878, p. 193.

(2) Ces considérations sont empruntées en partie au Catalogue officiel publié par le Commissariat général.

Digitized by Google

quer des fontes au coke à peu près comparables aux anciennes fontes au bois, dont le prix de revient était devenu trop élevé.

Les hauts fourneaux au bois, qui, en 1835, étaient au nombre de 410 sur 438, ne sont plus, en 1872, que 89 sur 270; et, en même temps, la production moyenne d'un haut fourneau s'élève de 673 à 4 500 tonnes par an. Mais par suite de la substitution du fer à la houille au fer au bois, les minerais pauvres et impurs, qui faisaient autrefois la fortune de l'Est et du Centre, sont peu à peu abandonnés parce que les procédés d'épuration et de déphosphoration, trop incomplets, ne permettent pas de transformer les fontes en acier, et remplacés par des minerais riches et purs, tels que ceux de l'Algérie et des Pyrénées; les petites usines établies près des forêts et des cours d'eau, disparaissent au profit des grandes usines établies à proximité des bassins houillers.

Le tableau suivant donne la marche de la production des fontes, fers et aciers en France, depuis 1840, époque à laquelle a commencé la fabrication des rails en fer, jusqu'à ces dernières années, où l'on est enfin arrivé à livrer l'acier à peu près au même prix que le fer:

ANNÉES.	FONTE.	FER.	ACIER.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
1840	347 773	237 378	9 262
1850	461 653	216 196	10 981
1860	898 353	532 211	29 848
1870	1 178 113	880 785	94 387
1874	1 423 307	862 255	207 072
1875	1 416 397	904 991	239 205
1876	1 395 656	870 311	230 828

On voit que l'emploi de la fonte, se généralisant de plus en plus en raison de ses vastes applications à l'industrie, est, en 1874, quadruple de ce qu'il était en 1840; la production du fer, au contraire, après avoir eu un aussi rapide essor, semble demeurer stationnaire à partir

Digitized by Google

de 1870, tandis que celle de l'acier, qui, en 1850, époque de l'application du puddlage en France, était à peine de 11 000 tonnes, est devenue neuf fois plus grande en 1870 et vingt fois en 1875.

Cet acier fondu ne se fabrique plus dans de petits creusets de 20 kilogr., avec de bons fers cémentés au bois, comme l'indique la méthode introduite à Sheffield, en 1749, par Benjamin Huntsmann; c'est dans de vastes appareils et par milliers de kilogrammes qu'on l'obtient aujourd'hui à l'état liquide, ce qui permet de l'appliquer au coulage des grandes pièces que demandent l'artillerie, la marine et l'industrie, telles que arbres de machine, plaques de blindage et bouches à feu.

A l'Exposition de 1867, deux modes de production de l'acier fondu en grandes masses étaient en présence : l'un, qui recevait sa dernière consécration, le procédé Bessemer; l'autre, qui faisait en quelque sorte sa première apparition, le procédé Martin-Siemens. Dans le premier, la fonte en fusion est soumise à l'action d'un courant d'air dont l'oxygène brûle successivement le silicium et le carbone combinés au fer, et la chaleur développée par cette combustion est telle que le fer légèrement oxydé qui en provient reste lui-même en fusion; lorsqu'on reconnaît, à l'aspect de la flamme, que le silicium et le carbone sont complétement brûlés, on introduit dans le fer fondu une certaine quantité de fonte spécialement choisie (*Spiegel-Eisen*) qui abandonne au fer l'élément aciérant qu'elle contient et le transforme immédiatement en acier. Dans le procédé Martin-Siemens, on introduit sur la sole d'un four à gaz une fonte manganésée que l'on fait entrer en fusion et dans laquelle on dissout ensuite des fragments de fer; le bain métallique est soumis alors à un affinage progressif qui dure plusieurs heures et que l'on arrête à volonté au moment où l'acier présente les qualités requises. Cette dernière méthode a le grand avantage de donner des produits plus réguliers et plus

Digitized by Google

homogènes, puisque l'on peut prolonger l'affinage et essayer les alliages qui prennent naissance.

Depuis 1867, les fours Martin se sont répandus partout; l'usage des hautes températures s'est généralisé, et on les réalise aujourd'hui couramment et dans des conditions très-économiques par l'emploi combiné des gazogènes et des régénérateurs de chaleur. Le four à sole rotative de M. Pernot (1) a permis de perfectionner encore le procédé Martin, en réduisant les frais de combustion et de main-d'œuvre et en améliorant la qualité du métal par un brassage mécanique continu. Enfin M. Ponsard, s'inspirant à la fois des procédés Bessemer, Martin et Pernot, a construit un four à gaz dont la sole mobile et inclinée est traversée en un point de sa paroi par une série de tuyères; en dirigeant convenablement la sole, les tuyères sont au plus bas, et le bain métallique reçoit le vent de la machine soufflante; dès que la décarburation est assez avancée, il suffit de faire faire un demi-tour à la sole pour que les tuyères se trouvent au-dessus du bain et l'on arrête le vent.

En résumé, grâce à toutes ces innovations, on peut affirmer aujourd'hui que tout bon minerai de fer, traité convenablement, donne un excellent acier; pour les aciers du commerce, on arrivera à employer presque tous les minerais de fer, quand on aura réalisé des moyens économiques de produire les auxiliaires utiles à l'aciération, tels que le manganèse, le silicium, le chrome, et d'éliminer les éléments nuisibles, tels que le soufre, l'arsenic et le phosphore. Ces principes sont admis à présent par les directeurs des grandes aciéries; plusieurs usines importantes fabriquent dans le haut fourneau, d'une façon économique, un alliage connu sous le nom de *ferro-manganèse* qui contient jusqu'à 85 pour 100 de manganèse, et dont l'emploi dans le Bessemer ou dans le four Martin-Siemens permet de produire toutes les variétés d'acier,

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. V. p. 443.

Digitized by Google

depuis l'acier le plus doux, non susceptible de recevoir la trempe, qui peut être considéré comme du fer fondu, jusqu'à l'acier le plus dur; l'usine de Terre-Noire se sert pour la fabrication des grandes pièces en acier fondu d'un alliage de fer et de silicium, obtenu dans ses hauts fourneaux, qui absorbe l'oxygène, décompose l'oxyde de carbone qui tend à se dissoudre dans l'acier et fait disparaître ainsi, sans avoir recours au martelage, les soufflures si redoutées dues à ce dernier gaz.

Dans la fabrication de la fonte, il n'y a, depuis 1867, que deux faits à signaler: l'accroissement du volume intérieur des hauts fourneaux et, par suite, de la production moyenne pour chacun d'eux; et la réduction de la consommation du combustible, à moins d'une tonne de coke par tonne de fonte, obtenue par l'application de régénérateurs Siemens au chauffage de l'air.

Dans les ateliers d'élaboration, la tendance générale est d'augmenter la puissance des appareils mécaniques; dans plusieurs usines on est arrivé à laminer des rails de 9 à 12 mètres, des fers à I de 20 à 25 mètres, et des tôles de 2 à 3 mètres de largeur; enfin, pour répondre aux besoins de l'artillerie et pour pouvoir forger des blocs d'acier de 100 à 120 tonnes, on a dû installer des marteaux-pilons de grande dimension; déjà, depuis l'année dernière, le Creusot en possède un de 80 tonnes; dans quelques mois, les ateliers de Saint-Chamond et de Rive-de-Gier disposeront eux aussi d'un marteau à vapeur de 80 tonnes, desservi par des grues d'un poids de 150 tonnes.

Nous allons passer successivement en revue les principales usines dont les expositions au Champ-de-Mars peuvent offrir quelque intérêt au point de vue spécial de l'artillerie.

Compagnie de Fives-Lille. — Créée en 1861, la Compagnie de Fives-Lille s'est rapidement développée; ses établissements comprennent les ateliers de construction

Digitized by Google

de Fives-Lille (Nord) et ceux de Givors (Rhône); ils emploient de 2500 à 3000 ouvriers et disposent d'une force motrice de plus de 700 chevaux, actionnant environ 580 machines-outils et 20 marteaux-pilons. L'importance de leur outillage leur permet de produire annuellement: 80 locomotives, 6000 tonnes de ponts et de charpentes métalliques et 6000 tonnes de machines pour sucreries, exploitation de mines, navigations à vapeur et de matériel d'artillerie.

Outre les nombreuses machines-outils fournies aux arsenaux, la Compagnie a livré au ministère de la guerre des canons de campagne et des canons de 19^{c} et de 24^{c} en fonte, frettés en acier, complétement usinés, environ 2000 affûts de campagne en fer et en acier, des affûts pour canons de 138^{mm} et des affûts en acier pour canons de 24^{c} en acier.

Société anonyme des hauts fourneaux, fonderies et ateliers de construction de Marquise (Pas-de-Calais). — La Société anonyme des hauts fourneaux, etc., de Marquise, fondée en 1837, accrue en 1850, possède aujourd'hui à Marquise 5 hauts fourneaux, de nombreux cubilots pour 2e fusion et de vastes ateliers de moulage, d'ajustage et de montage; et à Saint-Nicolas-de-Redon (Loire-Inférieure) l'usine de Tabago, des fours à coke et le port du Bellion. Ces diverses usines donnent une production moyenne annuelle de 35000 tonnes de fontes moulées et de 4000 tonnes de fontes brutes.

Pendant la guerre 1870-1871, elles ont pu livrer 70000 obus ordinaires et à balles de 4, de 8 et de 12; depuis 1873, elles ont encore fourni à l'artillerie environ 241 000 projectiles de tous calibres, obus à enveloppe de plomb de 5, de 7 et de 138^{mm}, obus à ceintures de cuivre de 90^{mm}, de 95^{mm}, de 14^{c}, de 220^{mm} et de 270^{mm}.

Société anonyme de Commentry-Fourchambault. — Les établissements de la Société anonyme de Com-

Digitized by Google

mentry-Fourchambault, constituée en 1853, sous la raison sociale *Boigues Rambourg et Cie* (1853-1874) comprennent les deux mines de houille de Commentry et de Montvicq (Allier), les exploitations de minerais dans le Berry, les hauts fourneaux de Torteron (Cher), les hauts fourneaux et aciéries de Montluçon (Allier), les forges, aciéries et ateliers d'Imphy (Nièvre), les forges et tréfileries de Fourchambault (Nièvre), les fonderies et ateliers de Fourchambault et enfin les fonderies et ateliers de la Pique, près Nevers. 7 237 ouvriers sont employés dans ces mines et ces usines ; la puissance totale des machines à vapeur est de 5 642 chevaux, dont 3 369 pour les établissements métallurgiques. Les hauts fourneaux de la Société produisent annuellement 70 000 tonnes de fonte, dont 7 000 tonnes seulement sont livrées au commerce ; 25 000 tonnes sont consommées dans les usines pour la fabrication du fer, 14 000 pour la fabrication de l'acier, et 24 000 pour les fontes moulées.

Ce sont surtout les ateliers de Fourchambault qui exécutent les commandes faites par l'artillerie. Dans ces dernières années, 2 300 affûts, châssis, avant-trains et arrière-trains ont été livrés au ministère de la guerre: 174 canons de 16 lisses ont été transformés en canons rayés de 138mm. Les hauts fourneaux de Torteron produisent annuellement 2 500 tonnes de projectiles de tous calibres pour l'artillerie de terre et de mer. Les aciéries d'Imphy ont fourni, depuis 1872, 271 tonnes d'acier en barres et 689 tonnes de tôles aux trois manufactures d'armes de Saint-Étienne, Châtellerault et Tulle.

Société anonyme des aciéries et forges de Firminy (Loire). (*Poyeton-Verdié, directeur.*) — Créée en 1854, cette société s'est toujours tenue au courant des procédés nouveaux de la métallurgie ; c'est elle qui la première, après l'usine de Sireuil, a mis en pratique le procédé *Martin-Siemens* pour produire par grandes masses l'acier fondu sur la sole d'un four à gaz, et qui a essayé avec

Digitized by Google

succès les fours Siemens au gaz pour la fusion de l'acier au creuset.

L'usine de Firminy occupe 2 000 ouvriers environ et possède 22 machines à vapeur représentant une force de 1 000 chevaux; elle comprend : 1 haut fourneau, pouvant produire de 75 à 80 tonnes par jour, 10 fours à fondre et 10 fours à réchauffer par le procédé Martin, 2 fours à fondre l'acier au creuset du système Siemens, 29 fours à puddler, 32 fours à réchauffer, 4 fours à cémenter, 20 marteaux-pilons, dont 1 de 25 tonnes et 7 trains de laminoirs. La production annuelle s'élève à 64 000 tonnes de fontes, fers et acier. L'atelier de montage peut ébaucher et même finir les pièces qui lui sont commandées par l'artillerie : canons, frettes cylindriques et à tourillons, fermetures de culasse, essieux d'affûts, projectiles, etc.

L'usine possède, en outre, une moulerie de fonte où l'on peut couler et manœuvrer des pièces de 30 à 40 tonnes.

Forges de la Loire. — Marrel frères. (*Rive-de-Gier.*) — On remarque dans cette exposition :

1° Deux plaques de blindage, destinées aux tourelles du cuirassé de premier rang, *le Duperré*. Longueur, 6 mètres; largeur, $1^{m},05$; épaisseur, 300 millimètres; poids, 16 250 kilog. Ces deux plaques ont subi les épreuves réglementaires de réception : cinq boulets de 16° ont été tirés contre chacune d'elles, à 10 mètres de distance, dans un carré de 300 millimètres de côté;

2° Une plaque de pont, brute de laminage, dont la longueur est de 15 mètres, la largeur de $1^{m},840$, l'épaisseur de 80 millimètres et le poids de 18 tonnes;

3° Une plaque en fer, laminée, rabotée sur un côté seulement, dont la longueur est de $4^{m},300$, la largeur de $1^{m},600$, l'épaisseur de $0^{m},710$ et le poids de 38 tonnes.

4° Quatre tubes en acier, pour canons de 80^{mm} et de 155^{mm}, tels qu'ils sont livrés aux établissements de l'artillerie, c'est-à-dire tournés à l'extérieur, forés et trempés.

Digitized by Google

Aciéries et forges d'Unieux, près Firminy (Loire). (*Jacob Holtzer et Cie.*) — Fondées en 1829, les usines d'Unieux, qui occupent aujourd'hui 800 ouvriers, ont 30 machines à vapeur donnant une force de 500 chevaux; 22 marteaux-pilons, dont 1 de 14 tonnes ; 10 marteaux à cames; 5 trains de laminoirs; 7 fours à fondre, chauffés au gaz; 12 fours à puddler; 10 fours à réchauffer; 10 fours doubles au gaz pour chauffer les lingots d'acier fondu et les aciers corroyés; 12 fours à cémenter. La production annuelle s'élève à 3 000 tonnes d'acier fondu au creuset, 3600 tonnes d'acier puddlé et 1000 tonnes de fer.

Compagnie des fonderies, forges et aciéries de Saint-Étienne. (*M. Barrouin, directeur.*) — La Compagnie des fonderies, forges et aciéries de Saint-Étienne, qui ne s'est constituée que le 29 septembre 1865, a acquis aujourd'hui une importance telle que le nombre des ouvriers occupés dans les diverses usines est de 1500 et la force motrice employée est de 3500 chevaux. Le principal établissement de la compagnie est à Saint-Étienne et produit spécialement les blindages, les frettes et tubes pour canons, les essieux, les bandages, les roues montées, etc.; les deux autres établissements, d'Izieux (Loire) et de Fourvoirie (Isère), fournissent des fers et aciers et des tôles moyennes.

La Compagnie livre à la Guerre et à la Marine, des frettes en acier puddlé, des frettes en acier fondu, des tubes en acier pour canons de gros calibres et pour canons de campagne, et des plaques de blindage.

Les frettes livrées à la Marine sont en acier puddlé enroulé. Pour les frettes à tourillons, les tourillons sont produits par des procédés de forge particuliers ; on fait écouler, par la pression ou par un martelage énergique, le métal vers les tourillons de manière à assurer la continuité des fibres dans les plans perpendiculaires à l'axe du canon. La Compagnie pense obtenir ainsi dans les tourillons une solidité supérieure à celle donnée par les

Digitized by Google

autres procédés qui consistent à souder un tourillon ou à le former par des mises rapportées.

Les frettes livrées à la Guerre sont en acier fondu; la Compagnie a fait également, pour l'arsenal de Turin, des frettes en acier fondu pour canons de 15^{c}, 24^{c} et 32^{c}.

Le métal employé pour ces frettes et pour les tubes et corps de canons, soit de la Marine, soit de la Guerre, est de l'acier Bessemer en 2e fusion ; un mélange de fontes spéciales, classées et choisies, est fondu au four Siemens avant d'arriver au convertisseur. Cet acier contient de 0,0050 à 0,0052 de carbone ; mais, malgré cette teneur, les allongements sont considérables, 20 p. 100 en moyenne.

L'usine de Saint-Étienne termine en ce moment la livraison, aux forges et chantiers de la Méditerranée et à la Société de constructions navales du Havre, de 66 tubes et de 66 séries de frettes pour canons de 24^{c}; elle a livré également 150 tubes pour canons de 80^{mm}, et une grande quantité de tubes pour canons de 14^{c} de la marine.

La Compagnie n'a fourni jusqu'à présent que des plaques de blindage dont l'épaiseur ne dépasse pas 25 centimètres : les plaques des vaisseaux italiens *Venetia, Principe Amedeo* et *Comte Verde,* celles des vaisseaux français *la Victorieuse* et *la Triomphante,* et en partie celles du *Fulminant.*

Quelques transformations faites dans l'outillage permettront la fabrication de canons de plus gros calibres et de blindages de 33 centimètres d'épaisseur.

Les objets exposés par la compagnie sont :

Frettes simples.

1 frette en fer de 2^{m},300 de diamètre intérieur sur 365 millimètres de longueur et 100 millimètres d'épaisseur; poids, 2 100 kil.

1 frette de 2^{m},030 de diamètre sur 260 millimètres de longueur et 95 millimètres d'épaisseur; poids, 1 400 kil.

1 frette de 1^{m},355 de diamètre, sur 365 millimètres de longueur et 73 millimètres d'épaisseur; poids, 920 kil.

Digitized by Google

1 frette de rein, extérieure, pour canon de 34^{c}, pesant 1040 kil.

1 frette de rein, extérieure, pour canon de 24^{c}, pesant 400 kil.

Frettes à tourillons.

1 frette,	à tourillons,	pour canon de 34^{c},	pesant	2660 kil.
1 frette,	—	de 24^{c},	—	650
1 frette,	—	de 14^{c},	—	140
1 frette,	—	de 10^{c},	—	50
1 frette,	—	de 95^{mm},	—	58
1 frette,	—	de 80^{mm},	—	36

Tubes pour canons.

1 tube foré, tourné et trempé, pour canon de 24^{c}; poids 1395 kil.

1 tube foré, tourné et trempé, pour canon de 16^{c}; poids 480 kil.

1 tube foré, tourné et trempé, pour canon de 14^{c}; poids 230 kil.

1 tube foré, tourné et trempé, pour canon de 120^{mm}; poids 705 kil.

1 tube foré, tourné et trempé, pour canon de 95^{mm}; poids 510 kil.

1 tube foré, tourné et trempé, pour canon de 80^{mm}; poids 300 kil.

1 boulet cylindro-conique pour canon de 32^{c} pesant 345 kil.

Un tronçon de blindage de 2 mètres de long sur 1^{m},50 de large et de 0^{m},50 d'épaisseur.

Un essieu d'affût de 90^{mm}, pesant 67 kil., et un essieu d'affût de 80^{mm}, pesant 37 kil.

Un enroulage d'acier corroyé de 900 kil., non encore soudé et montrant le mode de fabrication des frettes.

Société nouvelle des forges et chantiers de la Méditerranée. — La Société nouvelle des forges et chantiers de la Méditerranée, constituée en 1855, possède aujourd'hui deux

Digitized by Google

centres d'exploitation, l'un à Marseille depuis l'origine, l'autre au Havre depuis 1872 et à la suite de la liquidation des chantiers et ateliers de l'Océan. Le nombre des ouvriers employés actuellement par elle varie de 4 000 à 5 000. Depuis 1855 jusqu'en 1876, elle a exécuté pour 312 millions de francs de constructions diverses, dont 142 millions environ pour les marines militaires française et étrangères; ses ateliers mécaniques de Menpenti (faubourg de Marseille) et son vaste chantier de la Seyne, dans la rade de Toulon, lui ont permis de construire les plus puissantes machines et les plus gros vaisseaux de la flotte française.

La Société a exposé, dans la classe 67, sur les berges de la Seine (rive gauche), les modèles des vaisseaux construits dans ses chantiers :

Le *Tourville,* croiseur de 1re classe, mis en chantier en 1873 et livré au port militaire de Toulon en 1876, a montré les qualités nautiques les plus remarquables dans la série des essais qui se sont terminés au commencement de l'année 1878 : la puissance de son appareil moteur est de 7 200 chevaux; sa vitesse moyenne est de $16^{n},93$; son armement est réparti en deux groupes : l'artillerie des gaillards, comprenant 7 canons rayés de 19^{c}, installés dans des demi-tourelles barbettes en encorbellement, à une hauteur moyenne de $6^{m},25$ au-dessus de la flottaison; l'artillerie de la batterie couverte, comprenant 14 canons de 14^{c}, à une hauteur minima de $3^{m},10$ au-dessus de la flottaison.

L'*Amiral-Duperré,* vaisseau cuirassé de premier rang, mis en chantier en 1876, doit être terminé en 1880; la cuirasse en fer a une épaisseur de 550 millimètres, et une hauteur de $2^{m},460$ vers le milieu; deux machines motrices indépendantes réaliseront une puissance de 6000 et au besoin de 8000 chevaux.

Son armement se compose de 4 canons de 34^{c} installés dans des tourelles cuirassées, deux en abord sur l'avant

Digitized by Google

et deux dans l'axe du vaisseau, à l'arrière de la cheminée, et de 14 canons de 14^{c} répartis dans la batterie couverte; les hauteurs de ces canons au-dessus de la flottaison sont respectivement de 8^{m},30 et de 3^{m},78.

Le *Solimoès* et le *Javary,* monitors à deux tourelles pour la marine impériale brésilienne, construits l'un à La Seyne et l'autre au Havre; sur le pont sont deux tourelles, cuirassées à 33 centimètres, qui renferment chacune deux canons Whitworth de 10^{pn} et de 22 tonnes, montés sur des affûts hydrauliques du système Armstrong.

Le *Jorge-Juan* et le *Sanchez-Barcaïztegui,* croiseurs avec coque en fer, pour la marine royale espagnole, filent environ 13 nœuds pour 1 100 chevaux; leur armement se compose de 3 canons rayés de 16^{c}, installés, l'un sur la teugue sur une plate-forme tournante, les deux autres à chaque bord, dans des demi-tourelles en encorbellement; les croiseurs peuvent ainsi tirer en chasse avec leurs trois canons, et par le travers ou en retraite avec deux canons.

La Société a encore exposé deux modèles de bateaux torpilleurs pour les marines française et espagnole et de nombreuses photographies représentant les principaux bâtiments militaires livrés par elle aux marines espagnole, autrichienne, égyptienne et hollandaise.

Dans la nomenclature des constructions faites par la Société depuis 1870, on trouve en ce qui concerne le matériel d'artillerie :

30 batteries de canons rayés de 4 en bronze avec leurs voitures; 10 batteries de canons rayés de 7 en bronze système Reffye, avec leurs voitures; 10 batteries de canons rayés de 7 en acier, système Reffye, avec leurs voitures; 325 obusiers de 22^{c} (transformation de); 640 canons de 16 lisses en bronze, transformés en canons rayés de 138^{mm}; 58 canons rayés de 24^{c} en fonte, tubés et frettés en acier; 100 affûts métalliques pour canons de 138^{mm}, 160 pour canons de 95^{mm}, 300 pour canons de 90^{mm}, 90 pour canons de 155^{mm}, 16 pour canons de 24^{c}.

Digitized by Google

Compagnie des fonderies et forges de Terre-Noire, La Voulte et Bessèges. (*A. Julien, directeur.*) — La Compagnie anonyme des fonderies et forges de Terre-Noire, La Voulte et Bessèges, créée en 1819, s'est appelée successivement *Compagnie des fonderies et forges de la Loire et de l'Isère* (1822), puis *Compagnie des fonderies et forges de la Loire et de l'Ardèche* (1839), et n'a pris son nom définitif qu'en 1859, à la suite de la fusion opérée avec la *Société des hauts fourneaux et forges de Bessèges.*

Les usines se divisent en trois groupes :

1° Le groupe de la Loire, dont le centre est à Terre-Noire, près de Saint-Étienne, et qui comprend les houillères de Rereux et Janon, les hauts fourneaux et la forge de Terre-Noire, la forge de Lorrette, un atelier pour la fabrication de l'acier Bessemer et un atelier pour la fabrication de l'acier Siemens-Martin ; 2° le groupe de l'Ardèche, dont le centre est à La Voulte et qui comprend les mines de fer de La Voulte, du Lac et de Saint-Priest, de Merzelet et d'Ailhon, les hauts fourneaux de La Voulte, du Pouzin et la fonderie de La Voulte ; 3° le groupe du Gard, dont le centre est à Bessèges et qui comprend les mines de fer de Rochoule, du Travers, les mines de houille de Lalle, les hauts fourneaux, fonderies, forges et aciéries de Bessèges et les hauts fourneaux, forges et aciéries d'Alais.

8000 ouvriers et employés travaillent dans ces divers établissements qui possèdent 143 machines à vapeur donnant une force de 8 500 chevaux, 19 hauts fourneaux, dont 11 en activité, 8 convertisseurs Bessemer, 15 fours à fondre (Siemens-Martin), 84 fours à puddler, 55 fours à réchauffer, 28 trains de laminoirs et 12 marteaux-pilons. La production annuelle des fontes moulées et des produits finis en fer et en acier s'est élevée, de 1867 à 1877, de 74 500 tonnes à 147 600 tonnes.

Les produits exposés sont répartis en trois sections :

1° La section des fontes moulées ; 2° la section des fers et aciers laminés ; 3° la section des aciers non martelés.

Digitized by Google

Dans la première, figure la série des projectiles fournis par la fonderie de La Voulte ; ce sont des obus de 27^{c}, de 22^{c}, de 19^{c}, de 16^{c}, de 155^{mm}, de 14^{c}, de 138^{mm}, de 10^{c}, de 95^{mm}, de 90^{mm}, et des obus de 7.

Dans la deuxième, sont des rails, des chaînes et des fers de diverses natures pour constructions.

La troisième section, celle des aciers non martelés, est la plus intéressante : on y trouve la collection des divers spécimens de fontes, fers et aciers qui ont servi dans les études sur la résistance à la traction, à la compression, au choc et à la flexion et qui ont conduit la Compagnie de Terre-Noire à la fabrication de l'acier coulé sans soufflure et non martelé. La Compagnie espère réaliser une économie notable par l'emploi de cet acier non martelé, et a exposé comme types de ces produits des pièces de 10 et 12 tonnes, des tubes à canons, des frettes et des projectiles de toutes dimensions. Des cassures de ce métal, avant et après la trempe, permettent d'en apprécier la texture, et l'on peut se rendre compte des propriétés élastiques de ce métal par l'examen de quelques pièces qui ont été éprouvées par les services de la Guerre et de la Marine ;

Un tube, tiré à Ruelle, qui a subi une épreuve de 100 coups et dont les déformations ont été inférieures à celles des tubes en acier martelé essayés comparativement ;

Une éprouvette, tirée à Bourges, aux charges de 300, 400, 500 et 1 200 grammes, sans que l'on ait constaté de gonflement important ;

Une frette pliée à froid ;

Deux obus de 32^{c}, qui ont traversé une plaque de fer de 30 centimètres et un matelas de bois de 85 centimètres d'épaisseur, et qui n'ont été que très-légèrement déformés ; la longueur a été réduite de 14^{mm} et la pointe de l'ogive a été un peu déviée.

(*A suivre.*)

Digitized by Google

RÉSUMÉ DES PRINCIPALES EXPÉRIENCES

EXÉCUTÉES PAR

L'ARTILLERIE AUTRICHIENNE

EN 1877.

Les indications suivantes sur les principales expériences exécutées en 1877 par l'artillerie autrichienne sont extraites du compte rendu que le Comité d'artillerie de Vienne fait rédiger chaque année d'après les documents officiels et insérer dans les *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens.*

MATÉRIEL DE CAMPAGNE ET DE MONTAGNE.

Canon de 6c,6 de montagne. — Les expériences faites en 1875 et 1876 n'avaient pas permis de se rendre suffisamment compte de l'efficacité des projectiles du canon de montagne, modèle 1875, se chargeant par la culasse.

Tir des shrapnels. — Il restait à déterminer, pour le tir des shrapnels :

1° La forme et la position de la gerbe d'éclatement, l'angle au sommet du cône et l'inclinaison de l'axe du cône sur la tangente à la trajectoire.

Le tir fut exécuté à la distance de 1 000 pas (759 mètres), afin d'avoir une uniformité suffisante d'un coup à l'autre pour l'angle de chute, la hauteur d'éclatement et la vitesse restante, et de relever plus facilement le point d'éclatement et la répartition des atteintes. Pour se mettre à l'abri des inégalités dues au fonctionnement d'une fusée fusante, on se servit de fusées percutantes analogues à celles des obus ordinaires, qui s'enflammaient par le passage du shrapnel dans une cible de 7m,2 de haut et de 4 mètres de large, formée de 3 planches de bois super-

Digitized by Google

posées. On visait sur un noir, peint au milieu de la cible, et dont le bord inférieur était à 4m,50 du sol. Cette hauteur correspond à la hauteur normale d'éclatement du shrapnel de 7c à la distance de 1 000 pas et pour un intervalle de 100 pas; la pièce était placée à 900 pas de la cible, pour que le projectile éclatât dans les mêmes conditions qu'un shrapnel armé d'une fusée fusante, à un intervalle de 100 pas. Pour recevoir la gerbe d'éclatement, on avait disposé, à 20 mètres en arrière de la cible, un panneau en bois de 9 mètres de haut et de 12 mètres de large, divisé en carrés de 0m,50 de côté, et entre les deux, le sol était recouvert de planches.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant, qui permet de comparer entre eux les 3 canons modèle 1875.

On voit que, pour le canon de montagne, l'axe de la gerbe des balles coïncide avec la tangente à la trajectoire au point d'éclatement, tandis que, pour les deux canons

Tir à

NATURE des bouches à feu.	NOMBRE de coups		INTERVALLE D'ÉCLATEMENT en avant du panneau.	HAUTEUR du point d'éclatement au-dessus du sol.	POSITION du point de rencontre de la trajectoire prolongée avec le panneau.		
	tirés.	observés.			Hauteur au-dessus du sol.	A gauche.	A droite.
			mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
Canon de 6c,6 de montagne.	4	3	19,6	5,3	4,5	»	0,12
Canon de 8c de campagne	3	3	16,8	2,7	2,66	»	0,83
Canon de 9c de campagne	5	3	17,0	2,8	3,17	0,28	»

Digitized by Google

de campagne, il s'abaisse au-dessous de cette tangente; ce fait peut s'expliquer en remarquant que le shrapnel de 7c est plus léger, sa vitesse restante plus faible, et que son axe est un peu dévié par son passage dans une cible formée de 3 planches. L'axe de la gerbe des éclats fait avec la tangente un angle d'environ 3°; l'angle du cône de dispersion est de 11° pour les balles et de 18° ½ pour les éclats. Ces résultats concordent avec ceux que l'on a obtenus pour le shrapnel de 10c modèle 1863 : ils dépendent donc surtout de la vitesse du projectile au point d'éclatement; l'amplitude de la gerbe est en raison inverse de cette vitesse.

2° La position, la longueur et la largeur de la zone de dispersion des balles et des éclats.

Pour ces expériences, on enleva le panneau et on releva sur le sol même les empreintes des balles et des éclats. La zone de dispersion sur le sol présente une forme ovale dont le grand axe (longueur) est de 600 pas

1 000 pas.

POSITION du point moyen de la surface couverte par la gerbe des balles.			POSITION du point moyen de la surface couverte par la gerbe des éclats.			DIAMÈTRE de la surface couverte par		ANGLE DE CHUTE de			ANGLE du cône de dispersion	
Hauteur au-dessus du sol.	A gauche.	A droite.	Hauteur au-dessus du sol.	A gauche.	A droite.	les balles.	les éclats.	la trajectoire.	l'axe de la gerbe des balles.	l'axe de la gerbe des éclats.	des balles.	des éclats.
mètr.	mèt.	mètres.	mètres.	mèt.	mètres.	mètres.	mètres.	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
4,5	»	0,2	3,4	»	0,6	7,6	13,00	2 43	2 43	5 32	10 58	18 21
2,27	»	0,80	2,40	»	0,55	4,00	11,06	1 24	2 53	3 14	6 52	18 6
2,69	»	0,03	2,44	»	0,03	4,06	12,86	1 13	2 34	3 23	6 49	20 48

Digitized by Google

(456 mètres); le petit axe (largeur) coupe le grand axe à 400 pas (304 mètres) au delà du point d'éclatement, et a une longueur de 200 mètres environ. L'ogive et les morceaux du culot vont jusqu'à 600 pas au delà du but et tombent près de la ligne de tir.

Tir des obus. — Pour le tir des obus, on avait encore à rechercher la meilleure distance d'éclatement, avec des cibles de $2^m,7$, $1^m,8$ et $0^m,9$ de haut, c'est-à-dire celle qui donne le plus de files atteintes.

On se servit à cet effet d'un panneau de 36 mètres de long et de $2^m,70$ de haut, divisé en 60 files verticales et en 3 bandes horizontales de $2^m,70$, $1^m,80$ et $0^m,90$ de hauteur, représentant des tirailleurs à genou, des tirailleurs debout et des cavaliers; le noir était au milieu, à $1^m,35$ du sol. Le tir fut exécuté aux distances de 1000 et 2500 pas (759 et 1896 mètres). Comme on le voit dans le tableau suivant, sur un sol uni et ferme on obtient le maximum d'effet en faisant éclater l'obus de 10 à 20 mètres en avant du but, quelle que soit la distance de tir; dans des conditions particulières de terrain, on peut admettre un intervalle d'éclatement de 40 mètres.

Distance de tir.	Distance du but		Nombre de coups observés.	Bandes horizontales de 36 mètres de long et d'une hauteur de								
				$2^m,70$			$1^m,80$			$0^m,90$		
	au point de chute du projectile.	au point d'éclatement.		Atteintes.	Pour cent des empreintes.	Files touchées.	Atteintes.	Pour cent des empreintes.	Files touchées.	Atteintes.	Pour cent des empreintes.	Files touchées.
				Par coup.								
1000 pas.	50,9	49,3	1	11,0	27	10	8,0	25	7	4,0	»	4
	31,8	30,6	3	26,0	22	17	18,3	19	12	8,0	22	6
	22,6	21,4	4	19,5	13	16	13,0	10	10	6,7	11	6
	15,1	14,0	4	39,5	16	21	26,2	11	16	14,0	9	10
	7,2	5,8	1	69,0	3	12	47,0	2	11	27,0	3	10
2500 pas.	47,3	46,6	2	1,5	50	2	1,5	50	1	1,0	50	1
	32,4	31,4	2	13,5	35	12	8,5	38	7	5,0	50	4
	17,2	16,5	6	22,1	26	15	15,0	20	11	5,7	31	4
	4,6	3,7	2	63,5	29	10	55,0	28	10	38,0	27	8

Digitized by Google

On a mesuré aussi les dimensions de la zone de dispersion des éclats sur le sol en longueur et en largeur.

On prit pour but des panneaux de $2^m,7$ de haut et de 36 mètres de long, placés sur 4 rangs à 40 mètres l'un derrière l'autre. Comme on avait constaté que la gerbe était symétrique par rapport au plan de tir, on ne releva que la partie gauche de la gerbe. La pièce était pointée à 12 mètres à droite du milieu du panneau. Afin de recueillir sur le premier panneau les éclats qui étaient projetés le plus loin, on prit comme angle de tir celui qui, à la distance considérée, donne le meilleur intervalle d'éclatement, et, pour les trois premiers coups, on recula la pièce de manière à faire tomber l'obus à 300 pas en avant du premier panneau. Puis, en conservant toujours le même angle de tir, on rapprocha la pièce du but, de deux en deux ou de cinq en cinq coups, jusqu'à ce que l'on eût atteint directement le premier panneau.

On trouva ainsi qu'à la distance de 1 000 pas, l'éclat le plus éloigné était à 250 mètres en arrière du premier panneau, soit donc à 478 mètres du point de chute ; l'éclat qui était tombé le plus à gauche était à 60 mètres de la ligne de tir; l'ogive allait jusqu'à 973 mètres du point de chute.

A 2 500 pas, l'éclat le plus éloigné était à 140 mètres en arrière du premier panneau, ou à 270 mètres du point de chute ; l'éclat qui était tombé le plus à gauche était à 90 mètres de la ligne de tir ; l'ogive allait jusqu'à 809 mètres du point de chute.

La zone de dispersion des éclats a donc sur le sol : à 1 000 pas, une longueur de 600 pas et une largeur de 150 pas ; à 2 500 pas, une longueur de 300 pas et une largeur de 250 pas.

Tir à mitraille. — Enfin on a déterminé l'effet produit par la boîte à mitraille de 7c tirée à la charge de 350 grammes.

Le but se composait de 3 panneaux de $2^m,7$ de haut et de 36 mètres de long, placés à 20 mètres l'un derrière

Digitized by Google

l'autre et représentant 60 files. Le tir fut exécuté aux distances de 200, 300, 400 et 500 pas, et à chaque distance on tira 5 coups avec une hausse trop faible (cas d'un terrain favorable) et 5 coups avec une hausse trop forte (cas d'un terrain défavorable).

Les résultats contenus dans le tableau suivant montrent que les effets produits avec la charge de 350 grammes sont sensiblement les mêmes que ceux obtenus avec celle de 250 grammes; toutefois, la proportion des empreintes est plus petite avec la forte charge.

Tir de la boite à mitraille de 7c, contenant 48 balles de plomb durci, sur des panneaux de cavalerie.

POIDS de la boite à mitraille.	POIDS de la charge.	DISTANCE DE TIR en pas.	HAUTEUR DE HAUSSE en millimètres.	NOMBRE D'ATTEINTES PAR COUP. 1er panneau. Balles.	1er panneau. Éclats.	2e panneau. Balles.	2e panneau. Éclats.	3e panneau. Balles.	3e panneau. Éclats.	Total. Balles.	Total. Éclats.	NOMBRE DE FILES atteintes par coup sur les 3 panneaux.	POUR CENT des empreintes.
3k,120	0k,250	200	0,0	16,8	0,6	18,6	»	11,6	»	47,0	0,6	40	10
			14,5	18,6	0,6	18,8	»	13,6	0,2	51,0	0,8	41	8
		300	12,75	13,8	0,2	10,6	»	9,0	»	33,4	0,2	29	14
			25,00	13,8	0,8	10,6	»	7,6	»	32,0	0,8	30	9
		400	37,5	7,4	»	8,2	»	3,8	»	19,4	»	18	9
			58,00	7,6	»	6,8	»	5,0	»	19,4	»	17	8
		500	57,00	8,6	»	7,4	»	4,4	»	20,4	»	19	30
			75,00	7,0	»	4,0	»	2,4	»	13,4	»	13	20
3k,135	0k,350	200	0,0	15,0	0,4	15,4	0,4	14,8	0,2	45,2	1,0	40	7
			14,5	14,2	0,4	14,6	»	11,2	0,2	40,0	0,6	34	2
		300	13,5	16,0	1,0	15,8	0,2	12,2	0,2	44,0	1,4	39	12
			25,00	13,8	0,4	11,4	0,2	10,2	»	35,4	0,6	32	8
		400	37,5	10,6	0,2	8,8	0,2	5,6	»	25,0	0,4	23	11
			58,00	7,0	»	6,0	»	5,8	»	18,8	»	17	18
		500	57,00	5,4	0,2	3,4	»	3,0	»	11,8	0,2	12	15
			75,00	4,2	»	4,4	»	3,0	»	11,6	»	12	14

MATÉRIEL DE SIÉGE ET DE PLACE.

Projectiles. — *Projectiles à ceintures de cuivre de* 15c *et de* 12c. — On a continué les essais sur les projectiles à cein-

Digitized by Google

tures de cuivre avec les obus de 12c et les shrapnels de 12c et de 15c (1). Les résultats obtenus ont été excellents et ont montré que les projectiles à ceintures de cuivre sont très-supérieurs aux anciens, au point de vue de la justesse et de l'efficacité du tir; les nouveaux shrapnels surtout, qui contiennent une fois et demie plus de balles que ceux du modèle 1861, ont donné bien plus d'atteintes aux distances de 1 000 à 2 500 mètres.

On a maintenant tous les éléments nécessaires pour établir les tables de tir.

On a fait aussi quelques expériences sur la pénétration des obus à ceintures de cuivre de 12c et de 15c, et sur leur effet d'explosion dans les terres. Bien que leur pénétration ne soit pas considérable, l'effet de mine produit par ces obus est plus grand, et les entonnoirs sont plus vastes qu'avec les projectiles modèle 1861, ce qui tient à leur plus forte charge d'éclatement.

Tir des shrapnels de 12c et de 15c contre des ouvrages de fortification. — On a comparé l'efficacité des shrapnels dans un tir direct et dans un tir d'enfilade sur une face garnie de traverses réglementaires.

Le tir d'enfilade fut exécuté avec les canons de 12c et de 15c court, à la distance limite de 2 000 mètres et à la distance de 1 500 mètres, contre la face gauche de l'ouvrage construit sur le *Steinfeld.* Des panneaux de 2m,7 de haut et de 8 à 12 mètres de long, avaient été disposés entre les traverses, à la place des pièces, l'angle de défilement de leur bord supérieur variant de 10° à 24°; en outre, le talus de la traverse exposé au feu avait été revêtu de planches. Les résultats obtenus ont fait voir qu'un pareil tir d'enfilade n'arrêterait nullement le service des canons placés sur l'ouvrage à l'abri des traverses.

Le tir direct à shrapnels a été ensuite exécuté contre la face gauche du même ouvrage ; derrière le parapet de

(1) Canons de 12c et de 15c, en fonte, modèle 1861, se chargeant par la culasse, et canon de 15c court, modèle 1873.

Digitized by Google

$2^m,30$ de hauteur, on avait placé des panneaux de 2 mètres de haut et de $1^m,20$ de large, représentant des canons en batterie, et à côté de chacund' eux, 6 panneaux plus petits de $1^m,8$ de haut et de $0^m,6$ de large figurant les servants ; en outre, on avait mis un panneau de $1^m,8$ de haut en arrière de la plate-forme et quatre autres sur le terre-plein de l'ouvrage, pour voir si les communications seraient interrompues par le tir à shrapnels. On se servit des canons de 12c et de 15e modèle 1861 et du canon court de 15c, aux distances de 1 000 et 1 500 mètres, et aux distances limites de 2 500 et de 2 000 mètres. Les résultats sur les pièces et les servants furent médiocres, eu égard au grand nombre de balles que renferment ces shrapnels ; tout l'effet se trouvait concentré sur la pièce qui avait servi de point de mire ; cependant, à la distance de 1 500 mètres, qui paraît du reste la plus favorable à ce genre de tir, on obtint, sur les 6 panneaux qui figuraient les servants, 11 atteintes avec 15 shrapnels de 12c, 27 avec 15 shrapnels de 15c et 15 avec 10 shrapnels de 15c court. Ainsi, en répartissant convenablement le feu, on réussirait sans doute rapidement, avec le tir direct à shrapnels, à arrêter le service des pièces tirant à barbette. On se placera dans les meilleures conditions en prenant un intervalle d'éclatement de 30 à 40 mètres, et en faisant passer la trajectoire moyenne au-dessus de la crête d'une quantité égale à 3 fois l'écart probable en hauteur.

Le nombre considérable des atteintes que reçurent les panneaux placés sur les terre-pleins, haut et bas, montre que toute communication à découvert serait impossible pendant la durée du tir à shrapnels.

En présence des mauvais résultats obtenus dans le tir d'enfilade à shrapnels, le Comité voulut essayer si le tir plongeant du canon de 12c ne serait pas plus efficace. On constata qu'à la distance de 1 500 mètres avec des angles de tir de 25° à 30° on pouvait aisément écréter les traverses, atteindre les pièces et démolir les plates-formes.

Digitized by Google

Obus incendiaire de 15c. — Les premières études faites, dès l'année 1874, avec des obus incendiaires revêtus d'une chemise de plomb mince, avaient fait reconnaître la nécessité de percer dans l'ogive les trois évents; en présence des avantages que présentaient les projectiles à ceintures de cuivre, on avait interrompu ces expériences, et on ne les reprit qu'à la fin de l'année 1877, avec des obus de 15c, à ceintures de cuivre, munis de la fusée percutante modèle 1875 et dans l'ogive desquels on avait percé trois évents. Ces obus furent tirés dans le canon de 15c modèle 1861 et dans le canon de 15c court; les portées obtenues furent si peu différentes que l'on put n'établir qu'une seule et même table pour le tir de l'obus incendiaire dans ces deux bouches à feu. Sur 92 obus incendiaires, chargés en guerre, 4 seulement ne se sont pas enflammés; pour l'un d'eux, le feu n'avait pu se communiquer de la fusée à la composition incendiaire, parce que de la terre avait pénétré par l'un des évents; pour les 3 autres les fusées avaient raté. 4 obus se sont enflammés à 500 mètres environ de la bouche de la pièce, dans un tir exécuté à 2 800 mètres avec le canon de 15c modèle 1861; malgré les recherches que l'on fit, on ne put déterminer avec certitude la cause de cette inflammation prématurée; on espère toutefois l'éviter en enduisant de poix l'intérieur des obus.

La composition incendiaire brûle pendant trois minutes et donne trois jets de flamme de $0^m,6$ de longueur.

L'obus incendiaire de 15c semble devoir répondre à tous les besoins de la guerre de siége; il n'y a donc pas lieu de poursuivre ces études avec les canons de plus fort calibre, ni de doter le canon de 12c d'un obus incendiaire, puisque dans les parcs de siége on aura toujours des pièces de petit calibre dont l'approvisionnement comporte ce genre de projectiles.

Projectiles à ceintures de cuivre de 17c et de 21c. — Avec les obus à ceintures de cuivre des mortiers rayés de 17c

Digitized by Google

et de 21c, on a constaté qu'on obtenait sensiblement les mêmes vitesses initiales et les mêmes pressions intérieures qu'avec les obus à chemise de plomb, et que les mortiers ne présentaient aucune trace de fatigue. Les écarts en portée sont identiques avec les deux sortes de projectiles; les écarts en direction sont un peu plus faibles avec les obus à ceintures de cuivre.

On a tiré ces obus avec la fusée percutante modèle 1875; elle a parfaitement fonctionné; et comme elle présente toute garantie de sécurité, on a pu se dispenser d'attendre que le projectile fût mis en place dans le mortier, pour la visser (1).

Tir du mortier rayé de 21c contre des abris blindés. — Le tir fut exécuté contre des blindages analogues à ceux des abris provisoires; bien que la couverture en bois n'ait pas été endommagée, les résultats obtenus ont été bons, surtout au point de vue de la justesse du tir; l'effet de mine produit par l'obus de 21c est satisfaisant aussi bien dans les terrains caillouteux que dans les terres meubles.

Matériel. — *Nouveau modèle de chèvre.* — Dans le courant de l'année 1877, le Comité a essayé une chèvre légère d'un nouveau modèle, qui vient d'être adoptée par décision ministérielle et doit remplacer la chèvre actuelle.

Cette chèvre peut être montée en 15 minutes sur un emplacement de 4 mètres de large; sa faible hauteur de 3m,1 permet de l'employer aussi bien dans les batteries de siége que sur les terre-pleins hauts; elle peut élever un fardeau à une hauteur de 2m,3, et est d'un emploi très-commode pour faire passer un canon de la position de route à la position de tir ou inversement, et pour armer ou désarmer les batteries.

Sa force maximum est de 3 500 kil.; mais en en plaçant deux à côté l'une de l'autre on pourra soulever des canons pesant plus de 3 500 kil.

(1) Il est recommandé de pousser avec force le projectile à sa position de chargement, ce qui était une cause de danger avec une fusée défectueuse.

Digitized by Google

Au moyen d'un essieu et de deux roues on rend cette chèvre transportable; 14 hommes font cette opération en 8 minutes; il faut 7 minutes pour la remettre sur pieds.

POUDRES.

On a essayé dans les deux canons de 15c en bronze-acier deux genres de poudre : l'une proposée par le général d'Uchatius, la poudre en galette (*Plattenpulver*), fabriquée à la poudrerie de Stein, et l'autre faite à la poudrerie Mayr et Sonnleithner, d'après les indications du Comité. Toutes deux ont donné de bons résultats, au point de vue de la conservation des pièces; les expériences sont encore en cours d'exécution.

FUSÉES.

La fusée percutante modèle 1875 a parfaitement fonctionné dans le tir des canons en fonte, se chargeant par la culasse; elle a été expérimentée aussi avec succès avec les obus modèle 1863; on a dû modifier la partie filetée pour qu'elle pût s'engager dans l'œil de ces projectiles; les essais se poursuivent.

ARMES PORTATIVES.

Fusil Werndl. — On sait que, depuis 1873, des expériences nombreuses ont été faites dans le but d'augmenter la puissance balistique du fusil Werndl. On a cherché à y parvenir en prenant une cartouche renforcée, contenant 5 grammes de poudre comprimée avec une balle de 24 grammes et en agrandissant la chambre du fusil, avec la condition toutefois que cette modification permît de tirer aussi l'ancienne cartouche.

Les résultats obtenus dans les essais en grand ont été très-bons avec la cartouche renforcée, mais mauvais avec les cartouches anciennes. Aussi, malgré les grandes dépenses que devaient occasionner ces changements, on a renoncé à se servir de la cartouche ancienne, et on a

Digitized by Google

adopté une nouvelle cartouche qui donne au fusil Werndl une puissance balistique comparable à celle des fusils des autres nations.

Cette cartouche modèle 1877, du poids de 42gr,5, a une douille en laiton et est à percussion centrale; la charge de poudre est de 5 grammes; la balle, en plomb pur, de forme cylindro-ogivale, pèse 24 grammes; la partie cylindrique lisse est entourée d'un étui de papier qui sert à empêcher l'emplombage du canon et contribue à guider la balle dans les rayures. Entre la poudre et la balle se trouve une rondelle de cire qui est destinée à intercepter les fuites de gaz et à enlever du canon les crasses du coup précédent. L'ogive de la balle est enduite d'une mince couche de graisse.

Au point de vue balistique, la cartouche modèle 1877 est bien supérieure à l'ancienne; la trajectoire est plus rasante, les angles de tir sont notablement inférieurs à partir de 600 pas, comme on le voit ci-dessous :

DISTANCES.		ANGLES DE TIR.	
		Cartouche modèle 1877.	Cartouche ancienne.
600 pas	(455 mètres).	1° 2′18″	1° 8′21″
1 200	(910).	2°50′12″	3°30′22″
1 800	(1 365).	5°23′42″	7°38′83″

Les zones dangereuses, pour un but de 1m,80 de haut, sont de :

DISTANCES.		CARTOUCHE MODÈLE 1877.	CARTOUCHE ANCIENNE.
400 pas	(303 mètres).	358 mètres (total).	144 mètres.
1 200	(910).	23m,5	15m,8
1 800	(1 365).	12	6

La justesse de tir est aussi notablement supérieure, à partir de 600 pas, avec la nouvelle cartouche.

La puissance de pénétration de la balle de la cartouche modèle 1877 est sensiblement plus grande que celle de la balle de l'ancienne cartouche, qui est du reste plus légère; à 600 pas, tandis que la première traverse 7 à 7,5 planches, la seconde n'en traverse que 6 à 6,5; pour les

Digitized by Google

grandes distances, on peut admettre que la première a, à 2 200 pas, la même puissance de pénétration que la seconde à 1 600. A 2 000 pas, la balle de la nouvelle cartouche traverse encore une planche; on n'a qu'une faible empreinte avec l'ancienne.

Carabine modèle 1867. — Après plusieurs essais, on a adopté une nouvelle cartouche pour la carabine, qui permet de tirer jusqu'à 1 600 pas: comme ses dimensions n'ont exigé qu'une très-faible modification de la chambre, on peut continuer à tirer l'ancienne cartouche.

La balle de la cartouche de la carabine modèle 1877 est la même que celle du fusil; la charge de poudre est de 2gr,6; le poids de la cartouche est de 39gr,9.

Au point de vue balistique, cette nouvelle cartouche est supérieure à l'ancienne, surtout à partir de 600 pas.

Les angles de tir sont:

DISTANCES.	CARTOUCHE MODÈLE 1877 de carabine.	CARTOUCHE ANCIENNE de carabine.
600 pas (455 mètres)	1°37'6"	1°50'24"
800 (607)	2°21'2"	2°44'49"
1 000 (759)	3°12'9"	3°51'36"

Les zones dangereuses, pour un but de 1m,8 de haut, sont respectivement aux mêmes distances:

DISTANCES.	ZONES DANGEREUSES.	
	Cartouche modèle 1877.	Cartouche ancienne.
600 pas.	50,4 mètres.	42 mètres.
800	33	26
1 000	22	16

La justesse du tir est sensiblement la même aux petites distances avec les deux cartouches; elle est notablement plus grande avec la nouvelle au delà de 600 pas.

La balle de la cartouche modèle 1877, étant plus lourde que l'ancienne, sa force de pénétration est plus grande; elle traverse, à 600 pas, 6 planches de 26 millimètres d'épaisseur, tandis que l'ancienne n'en traverse que 4,5.

(Extrait des *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens.*)

Digitized by Google

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Ferrure à glace pour les chevaux de trait. — Les rapports établis à la suite des expériences exécutées pendant ces dernières années, dans les corps de troupes de l'artillerie et du train, sur les systèmes de ferrures à glace proposées pour les chevaux de trait, ont été examinés par les soins du Comité de l'artillerie et ont donné lieu aux observations suivantes :

Le fer à deux grappes fixées entre les mamelles et la pince ne paraît pas supérieur, dans l'usage, au fer à grappe unique ; il est plus difficile à fabriquer, plus lourd et plus cher que ce dernier et doit être rejeté.

Le système de fer à grappe unique en pince a réuni le plus grand nombre d'adhérents. Toutefois, les partisans du fer à crampons fixés avec clous à glace sont nombreux ; ils estiment que partout en France ce mode de ferrure, déjà adopté pour les chevaux de selle, peut satisfaire, pour les chevaux de trait, aux exigences de toutes les conditions climatériques ; il offre cet avantage précieux de s'approprier à la ferrure réglementaire, de s'appliquer facilement et promptement à tous les chevaux avec l'outillage que les maréchaux ont toujours à leur disposition ; enfin, cette ferrure est d'un prix peu élevé, et si l'on a soin de la renouveler à temps, elle suffit de la façon la plus efficace pour rendre possible la marche en toute saison.

Cependant dans certaines circonstances, par exemple sur un sol qui reste longtemps couvert d'une épaisse couche de neige, l'usage de la grappe unique en pince paraît préférable ; l'augmentation dans le prix de la main-d'œuvre se trouve en effet compensée par l'accroissement

Digitized by Google

de durée du fer, dont la grappe et les crampons s'usent peu sur le sol.

Pour ces cas particuliers qui peuvent se présenter lors d'un hiver rigoureux, surtout dans les contrées de l'Est de la France, les chefs de corps pourraient être autorisés à prescrire l'usage de la ferrure à grappe unique et fixeraient eux-mêmes les époques auxquelles on devrait en commencer et en cesser l'application.

D'après ces considérations, le Comité de l'artillerie a émis l'avis suivant :

1° Adopter pour les chevaux de trait de l'artillerie et du train, la même ferrure d'hiver que pour les chevaux de selle, avec crampons fixes et clous à glace ;

2° Autoriser les chefs de corps à faire usage pour les chevaux de trait du fer à crampons fixes et grappe en pince, lorsque le sol reste longtemps couvert d'une épaisse couche de neige.

Le Ministre a approuvé cet avis le 29 juillet 1878.

Angleterre : Dépenses faites pour les expériences de la guerre et de la marine. — Un rapport officiel, publié récemment par le Comité d'artillerie, donne le montant des dépenses faites, depuis l'année 1860-1861 jusqu'à l'année 1876-1877, pour les expériences relatives aux bouches à feu et aux armes portatives. Les frais s'élèvent à 380 820 livres sterling (9 520 500 fr.), dont 366 958 pour l'artillerie et 13 862 pour les armes portatives, sans compter les sommes allouées par le Ministre de la guerre à divers comités particuliers, comme le comité Whitworth-Armstrong.

Les gratifications reçues par les inventeurs sont de :

16 000 livres sterling payées en 1860 au colonel Roden et à MM. Snider et Wilson pour leur brevet de transformation d'armes se chargeant par la bouche en armes se chargeant par la culasse ;

15 000 livres sterling payées au major Palliser de 1867

Digitized by Google

à 1868, pour son procédé de fabrication des obus en fonte durcie, et 15 000 livres sterling en 1871 pour un perfectionnement qu'il y a apporté ;

10 000 livres sterling payées au capitaine Moncrieff en juin 1869, pour ses projets d'affûts, et 5000 livres sterling en 1875 pour construction d'affûts.

(*Deutsche Heeres-Zeitung.*)

Autriche : Nouvelle commande de canons en bronze-acier. — Le Ministre de la guerre vient de donner l'ordre de fabriquer à l'arsenal militaire de Vienne, au compte des budgets extraordinaires de la guerre et de la marine pour 1878 : 9 canons de montagne de 7c, 20 canons de campagne de 8c et 14 canons de siége de 15c. Toutes ces pièces, en bronze-acier, doivent être terminées dans le milieu du mois de septembre.

Il y aura alors en tout, en ce qui concerne le matériel Uchatius : 165 canons de montagne de 7c, 2349 canons de campagne, dont 234 de 8c et 2 115 de 9c, et 17 canons de siége de 15c. (*Vedette.*)

Russie : Fabrication des obus en acier de 9 et de 11 pouces. — D'après des expériences faites en France en 1875 avec des projectiles provenant de Terre-Noire, et à Kronstadt au mois de septembre 1877 avec le mortier de 9po, on avait constaté que, dans le tir vertical contre des blindages horizontaux, les projectiles en acier ont une supériorité incontestable sur ceux en fonte dure, qui se brisent entièrement au choc. Le grand-maître de l'artillerie avait donc reconnu la nécessité d'approvisionner les pièces de côte d'un plus grand nombre de projectiles en acier ; mais, comme leur prix était beaucoup trop élevé, il avait demandé aux usines russes d'étudier la fabrication des projectiles en acier non martelés, à l'exemple des forges de Terre-Noire, qui offraient de les livrer tout rendus en Russie au prix de 18 roubles par poude (4 fr. 40 c. le kil.).

Digitized by Google

En 1877, l'usine Mendelew et Isnoskow s'engagea à fournir à l'artillerie 500 obus en acier de 11po, avec chemise en plomb, au prix de 360 fr. chacun, 1 250 de 9po au prix de 238 fr., et 820 de 28c pour canon de 11po modèle 1877, avec ceintures de cuivre (1), au prix de 480 fr. pièce. Mais les difficultés que ces fabricants rencontrèrent dans la pratique furent telles et les essais qu'ils durent faire pour arriver à des résultats comparables à ceux des forges de Terre-Noire furent si onéreux, que le gouvernement russe consentit à leur payer 10 roubles par poude (2 f. 45 c. le kil.) pour les obus de 9po et 8 pour les projectiles d'un calibre supérieur (2 fr. le kil.).

Dès la fin du mois d'août 1877, l'usine pouvait entreprendre une fabrication en grand. L'acier est fondu dans des fours Martin-Siemens, avec addition de fer au manganèse et au silicium; on coule les projectiles à l'aide d'un siphon qui sert à la fois pour plusieurs moules; ceux-ci sont disposés sur une plaque mobile, en fonte. On ménage le vide intérieur de l'obus avec un noyau conique. Pour éviter toute soufflure et rendre la masse plus compacte, on comprime l'acier liquide dans le moule au moyen d'une presse hydraulique, et l'on se sert de moules à parois peu épaisses pour que le refroidissement ne soit pas trop rapide.

(*Journal d'artillerie russe.*)

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XII, juillet 1878, p. 387.

Digitized by Google

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Année militaire, revue annuelle des faits relatifs aux armées française et étrangères, recueillis et mis en ordre par MM. de Gaucler et Désiré Lacroix, avec la collaboration de plusieurs écrivains militaires ; première année, 1877. — Berger-Levrault et Cie.

Ce livre répond à un besoin réel et l'éditeur s'appuie, à juste titre, sur la nécessité de présenter à l'armée de terre un recueil des principaux faits de l'année. Cette nouvelle publication a, du reste, comme devancières, l'*Année scientifique* de M. Figuier, l'*Année historique,* l'*Année politique,* l'*Année géographique* et, enfin, l'*Année maritime.* Elle a pour objet de condenser les principaux faits militaires qui resteraient noyés dans l'innombrable quantité de renseignements que donnent les journaux militaires quotidiens, hebdomadaires ou mensuels.

Ces faits, groupés dans un ordre logique, se gravent mieux dans la mémoire, et les progrès faits dans l'année ressortent beaucoup mieux.

D'après le programme que se sont posé les auteurs, l'*Année militaire* comprendra, chaque année, quatre divisions principales :

« La 1re partie traite des modifications survenues, pendant le courant de l'année, dans la tactique, l'organisation ou l'armement des troupes françaises.

La 2e partie comporte la même étude vis-à-vis des armées étrangères.

La 3e partie renferme la relation des campagnes et expéditions qui ont pu se produire depuis l'année précédente.

Dans une 4e partie, enfin, se trouvent réunis divers documents commodes à trouver sous la main, tels que promotions, tableaux d'avancement, promotions de Saint-

Digitized by Google

Cyr et de Fontainebleau, nécrologe de l'année, indications bibliographiques, mémorial politique et militaire, etc, etc. »

Le volume qui vient de paraître ne satisfait pas complétement à ce programme, ce qui, du reste, est très-naturel, puisqu'il était utile de donner d'abord des renseignements d'ensemble sur les armées des divers États.

C'est ce qu'ont fait les auteurs.

La première partie comprend l'organisation de l'armée française : recrutement, organisation générale, organisation intérieure ; l'état-major, l'infanterie, la cavalerie, l'artillerie, le génie, l'intendance, les promotions en 1877, les promotions et classement de sortie des écoles, les promotions dans l'ordre de la Légion d'honneur, la liste des officiers sortis des cadres de l'activité, celle des officiers décédés, et les tableaux d'avancement pour 1878.

La seconde partie traite des armées étrangères.

La troisième partie est intitulée : *la Guerre d'Orient,* et comprend deux chapitres : Événements antérieurs à l'année 1877 ; Opérations en Europe en 1877.

Enfin, la quatrième partie, sous le titre : *Renseignements divers,* donne le mémorial politique et littéraire de 1877 et la nécrologie des officiers généraux.

Ce livre est donc utile et intéressant à bien des points de vue. Il est généralement exact.

Pourtant, il y a lieu de regretter quelques lacunes et un certain nombre de fautes qui doivent être, à coup sûr, du fait de l'impression.

Ainsi, dans le chapitre V de la première partie, qui est relatif à l'artillerie, les anciennes pièces de 5 et de 24 sont dénommées pièces de 5e et de 24e (pages 130 et 135). La confusion qui pourrait en résulter serait très-regrettable.

Dans les armées étrangères, l'organisation générale de l'armée et son recrutement sont bien traités ; mais, sur l'armement des troupes, sur le matériel de l'artillerie, du train et des ambulances, et sur les établissements

Digitized by Google

militaires, qui ont aujourd'hui une si grande importance, les renseignements sont trop souvent fort incomplets, et parfois même, pour l'Angleterre et la Russie par exemple, ils font absolument défaut.

Il faut aussi relever quelques erreurs qui se sont glissées dans la description des artilleries étrangères. Ainsi, page 251, les calibres des pièces prussiennes sont $8^{c},8$ et $7^{c},85$ et non 90^{mm} et 81^{mm}. Enfin, page 274, le revolver Gasser ne tire pas la même cartouche que le fusil Werndl.

Malgré ces légères critiques, inévitables surtout pour une publication qui débute, on peut approuver dès aujourd'hui les auteurs qui ont entrepris d'écrire l'*Année militaire,* et espérer que le volume qui traitera de 1878 sera plus complet et plus exact que celui-ci, qui a dû être composé un peu hâtivement.

Les renseignements généraux fournis par l'*Année militaire* sont précieux à consulter, le format est commode et la lecture intéressante.

Le Gérant : Ch. Norberg.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME XII.

(AVRIL-SEPTEMBRE 1878.)

Première livraison. — Avril 1878.

Pages.

Note sur la conversion des poids et mesures 1

Du tir des batteries de côte contre les vaisseaux, traduit de l'*Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Offiziere* par le capitaine E. SCHALLER 11

Rapports sur des expériences faites en Suisse : 1° avec une mitrailleuse Palmkrantz et Winborg, 2° avec un mitrailleur Christophe et Montigny, armés de canons de fusils suisses . 28

Instructions pratiques de l'artillerie italienne. — Instruction provisoire sur l'appréciation et la mesure des distances; traduit de l'italien par le commandant A. JOUART 44

Affûts Moncrieff du 2e système, traduit du *Treatise on military carriages* par le capitaine J. PRIOU 63

Exercices pratiques de l'artillerie de forteresse en Russie, traduit et résumé par le capitaine MÉERT 72

Renseignements divers. — *Angleterre :* Perfectionnement des fusées de guerre. — *Allemagne :* Perfectionnement proposé pour le fusil allemand modèle 1871. — Expériences faites en Prusse avec le télémètre Berdan. — *Italie :* Adoption d'une boîte à mitraille de 9e ARC. — Cartouche pour le canon de 9e ARC. — Adoption d'un obus oblong de 9e ARC. — Adoption de la fusée percutante modèle 1877. — Suppression des perriers de 5e BL et du matériel y afférent. — *Espagne :* Nouveau matériel d'artillerie. — *Autriche :* Exercices de tir d'infanterie aux grandes distances. — *Russie :* Projets de boulets massifs de 9Pe en acier et en fonte trempée, à tête plate et à tête ogivale. — *Danemark :* État des forces danoises sur terre et sur mer . . 82

Notice bibliographique 96

2e livraison. — Mai.

Résumé des opérations de l'artillerie allemande pendant le siége de Belfort en 1870-1871, d'après l'ouvrage du capitaine CASTENHOLZ, par le capitaine HÜTER (*fin*). 97

Digitized by Google

Pages.

Tir des shrapnels, par le major S. J. NICHOLSON; traduit de l'anglais par le capitaine V.-CH. MICHEL 124

Instructions pratiques de l'artillerie italienne. — Instruction provisoire sur l'appréciation et la mesure des distances; traduit de l'italien par le commandant A. JOUART. 163

Le tir à la manivelle, par le lieutenant HIRONDART. 177

Renseignements divers. — *Allemagne :* Démolition d'une cheminée d'usine à l'aide de la dynamite. — Expériences de tir avec le fusil Mauser, contre des plaques en acier. — Tourelles cuirassées. — *Angleterre :* Nouvelles expériences de Shoeburyness. — Canon-revolver. — Les nouveaux canons Armstrong de 100 tonnes. — *Autriche :* Tir d'infanterie à grandes distances. — Suppression des canons de construction ancienne. — *Bavière :* Appel des réservistes pour les exercices d'artillerie en 1878. — *Italie :* Coulée du canon de 100 tonnes. — Adoption d'un shrapnel de 9e ARC (chargement par la culasse). — *Russie :* Outils de pionniers des batteries de campagne et des parcs. — Modifications apportées à la fusée à temps. — Fonctionnement des fusées à temps. — Armements. 179

3e livraison. — Juin.

L'artillerie à l'Exposition de 1878. 193

Étude sur la pratique du tir en brèche à grande distance, par le lieutenant R. DEVILLE (*fin*). 203

Le canon autrichien de 15c, d'après le compte rendu du capitaine OTHMAR ZAWODSKY. 229

Du tir des batteries de côte contre les vaisseaux, traduit de l'*Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Offiziere*, par le capitaine E. SCHALLER (*fin*) 239

Les armes portatives en Suède et en Norwége, par le capitaine L. LABICHE. 274

Renseignements divers. — *Allemagne :* Exercices d'artillerie pour la réserve et la landwehr. — *Angleterre :* Transformation des anciens canons de 7 pouces. — L'équipage de siége. — Plaques de blindage composées. — *Autriche :* La carabine Valmisberg. — *Hollande :* Réorganisation de l'artillerie de forteresse. — *Italie :* Approvisionnement en munitions des batteries de 9c (B-R). — Canon à mantelet 283

4e livraison. — Juillet.

Historique des études faites à Calais sur les canons rayés de campagne (*introduction*). 289

Digitized by Google

Pages.

Le nouveau matériel de campagne de l'artillerie russe, système du colonel Engelhardt (affût, avant-train et caisson), par le commandant A. Jouart 313

Tir des shrapnels, par le major S. J. Nicholson; traduit de l'anglais par le capitaine V.-Ch. Michel (*fin*) 328

Note sur un nouveau procédé de formation des pointeurs, par A. Pralon, lieutenant d'artillerie 341

Organisation de l'artillerie anglaise 357

Tir comparatif d'obus de divers modèles contre des plaques métalliques, traduit de l'anglais par le capitaine P. Leroux . . 362

Renseignements divers. — *Allemagne :* Travaux de fortifications. — Nouvelle organisation des batteries prussiennes. — Nouvelle corvette cuirassée. — *Angleterre :* Plaques de blindage Whitworth. — Nouvelles expériences à bord du vaisseau-cible *The Nettle*. — Le nouvel obusier rayé de 6^{po},3 (16^{c}). — Artillerie Krupp. — *États-Unis :* Modification au tracé de la bouche des canons de gros calibre. — *Hollande :* Tir contre des plaques de blindage de diverses provenances. — *Portugal :* Réorganisation de l'artillerie. — *Russie :* Adoption de projectiles à ceintures de cuivre pour les canons de 6, 8, 9 et 11 pouces. — Emploi du cupro-manganèse. — *Suisse :* Étude sur les fusées à temps 368

5e livraison. — Août.

Historique des études faites à Calais sur les canons rayés de campagne (*suite de l'introduction*) 393

Sur le mouvement des projectiles oblongs dans l'air, par le commandant E. Muzeau 422

Instruments de perspective. — Pendulographe Grandjean, par le capitaine P. Peigné 444

Les affûts hydrauliques Razkazoff du cuirassé circulaire russe Vice-Amiral Popoff, résumé par le capitaine A. Lucas 461

Renseignements divers. — *Allemagne :* Manœuvres de pontonniers à Mayence. — Exercices de siége exécutés par l'artillerie et manœuvre par alerte, à Strasbourg. — Expériences faites avec la dynamite, à Spandau. — *Angleterre :* Expériences de tir faites à Shoeburyness. — Canons Armstrong. — Les manufactures de canons de l'industrie privée. — *Autriche :* Manufacture d'armes de Steyer. — *Italie :* Artillerie de campagne. — *Russie :* Consommation de munitions pendant la dernière campagne (1877-1878) en Europe 468

Digitized by Google

6e livraison. — Septembre.

Pages.

Historique des études faites à Calais sur les canons rayés de campagne (*fin de l'introduction*) 481
Sur le mouvement des projectiles oblongs dans l'air, par le commandant E. Muzeau (*suite*). 495
Matériel autrichien de campagne et de montagne modèle 1875, par le commandant A. Jouart. 516
L'artillerie à l'Exposition de 1878. Métallurgie française. . . 542
Expériences de l'artillerie autrichienne en 1877 557
Renseignements divers. — Ferrure à glace pour les chevaux de trait. — *Angleterre :* Dépenses faites pour les expériences de la guerre et de la marine. — *Autriche :* Nouvelle commande de canons en bronze-acier. — *Russie :* Fabrication des obus en acier de 9 et de 12 pouces 570
Notice bibliographique 574

PLANCHES.

I. Valeur métrique des principales mesures étrangères.
II. Valeur métrique des principaux poids étrangers.
III. Affût Moncrieff 2e système.
IV. Tir des shrapnels.
V. L'artillerie à l'Exposition de 1878.
VI. Les armes portatives en Norwége.
VII. Tir comparatif contre des plaques métalliques.
VIII, IX. Matériel russe de campagne du colonel Engelhardt.
X. Pendulographe Grandjean.
XI. Instruments de perspective.
XII. Affûts hydrauliques Razkazoff.
XIII, XIV. Matériel autrichien de campagne et de montagne modèle 1875.

Nancy, imprimerie Berger-Levrault et Cie.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

HW 27PI K

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.

Digitized by Google

Digitized by Google